



TUGAS AKHIR - MN 141581

DESAIN KAPAL PATROLI ALUMUNIUM UNTUK WILAYAH INDONESIA BAGIAN TIMUR

**Moch. Choirul Huda
NRP 4109100046**

**Dosen Pembimbing
Hasanudin, S.T., M.T.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017**



TUGAS AKHIR - MN 141581

DESAIN KAPAL PATROLI ALUMUNIUM UNTUK WILAYAH INDONESIA BAGIAN TIMUR

**Moch. Choirul Huda
NRP 4109100046**

**Dosen Pembimbing
Hasanudin, S.T., M.T.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017**



FINAL PROJECT - MN 141581

DESIGN OF ALUMINIUM PATROL VESSEL FOR EASTERN INDONESIA REGION

**Moch. Choirul Huda
NRP 4109100046**

**Supervisor
Hasanudin, S.T., M.T.**

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE & SHIPBUILDING ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2017**

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN KAPAL PATROLI ALUMUNIUUM UNTUK WILAYAH INDONESIA BAGIAN TIMUR

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Keahlian Rekayasa/Desain Kapal
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

MOCH. CHOIRUL HUDA
NRP 4109100046

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing



Hasanudin S.T., M.T.
NIP 19800623 200604 1 001

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Perkapalan



Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
NIP 19640210 198903 1 001

SURABAYA, JULI 2017

LEMBAR REVISI

DESAIN KAPAL PATROLI ALUMUNUM UNTUK WILAYAH INDONESIA BAGIAN TIMUR

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 06 Juli 2017

Bidang Keahlian Desain kapal
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

MOCH. CHOIRUL HUDA
NRP 4109100046

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

Ketua Tim :

M. Nurul Misbah, S.T., M.T.

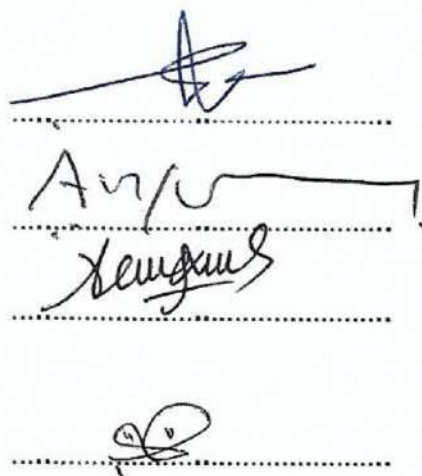
Anggota Tim :

1. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.

2. Teguh Putranto, S.T., M.T..

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Hasanudin, S.T., M.T.



SURABAYA, JULI 2017

**DIPERSEMBAHKAN KEPADA KEDUA ORANG TUA ATAS SEGALA
DUKUNGAN DAN DOANYA**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunianya Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. **M**Hasanudin S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
2. **M**ri Rejeki Wahyu Pribadi, S.T., M.T. selaku dosen wali penulis yang selalu mendukung dan memberikan semangat dalam perkuliahan.
3. **M**Hasanudin S.T., M.T selaku Kepala Laboratorium Desain Kapal Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS atas bantuannya selama pengerjaan Tugas Akhir ini dan atas ijin pemakaian fasilitas laboratorium;
4. **M**loyd's *Register of Shipping* yang telah memberikan perangkat lunak *Rulefinder 9.13* untuk mempermudah pencarian dan pemakaian *Class rules* dan *statutory regulations*;
5. **M**argo Yogiarto S.T. selaku *engineer* PT. Palindo atas bantuannya dalam memperoleh data selama pengerjaan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya,

Moch. Choirul Huda

DESAIN KAPAL PATROLI ALUMINIUM UNTUK WILAYAH INDONESIA BAGIAN TIMUR

Nama Mahasiswa : Moch. Choirul Huda
NRP : 4109100046
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Hasanudin, S.T., M.T.

ABSTRAK

TNI AL memasuki MEF tahap 2 untuk meningkatkan infrastruktur keamanan di wilayah Indonesia. Jumlah kapal patroli di Indonesia masih jauh dari rencana strategis TNI AL khususnya untuk kapal tipe menengah. Kapal patroli merupakan kapal yang mengawasi dan menindak pelaku pelanggaran yang terjadi laut. Jenis pelanggaran yang banyak terjadi adalah di permukaan laut oleh karena itu Kapal patroli dalam penelitian ini didesain khusus untuk melakukan tugas pengawasan dan pengejaran di permukaan sehingga hanya memiliki peralatan dan senjata khusus permukaan dan daratan pantai. Proses desain kapal patroli aluminium ini menggunakan metode *trend curve approach* dan diperoleh ukuran utama $L = 50,8$; $B = 7,8$; $T = 2,53$; $H = 4,78$; $C_b = 0,51$.

Kata kunci : kapal patroli, TNI AL.

DESIGN OF ALUMINIUM PATROL VESSEL FOR EASTERN INDONESIA REGION

Author : Moch. Choirul Huda
ID No. : 4109100046
Dept. / Faculty : Naval Architecture & Shipbuilding Engineering / Marine
Technology
Supervisors : Hasanudin, S.T., M.T.

ABSTRACT

The Navy entered the MEF 2 phase to improve the security infrastructure in the territory of Indonesia. The number of patrol boats in Indonesia is still far from the Navy's strategic plan, especially for medium-sized vessels. The patrol boat is a ship that supervises and prosecutes offenders conducted by the sea. The most common type of offense is at sea level so that the patrol boats in this study are designed specifically to conduct surveillance and chase tasks on the surface so that they only have surface and surface equipment and special weapons. The method design process of this aluminum patrol boat is trend curve approach and obtained with $L = 50,8$; $B = 7.8$; $T = 2.53$; $H = 4.78$; $Cb = 0,51$.

Keywords: patrol boat, navy

DAFTAR ISI



LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
HALAMAN PERUNTUKAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
Bab I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang Masalah.....	1
I.2. Perumusan Masalah.....	2
I.3. Tujuan.....	2
I.4. Batasan Masalah.....	3
I.5. Manfaat.....	3
I.6. Hipotesis.....	3
Bab II STUDI LITERATUR	5
II.1. Dasar Teori.....	5
II.1.1. Gambar Desain Kapal.....	5
II.1.2. Metode Desain Kapal	7
II.1.3. Proses Desain Kapal	8
II.1.4. Jenis Kapal Kombatant TNI AL	10
II.1.5. Persenjataan	15
II.2. Tinjauan Pustaka	16
Bab III METODOLOGI.....	21
III.1. Metode.....	21
III.2. Tahapan Pengumpulan Data.....	21
III.3. Tahap Pengolahan Data.....	22

III.4.	Tahapan Perencanaan Desain.....	22
III.5.	Bagan Alir	23
Bab IV	ANALISA KEBUTUHAN KAPAL PATROLI.....	25
IV.1.	Rencana Strategi Departemen Pertahanan	25
IV.2.	Analisa Kebutuhan Kapal Patroli di Indonesia	28
IV.3.	Kriteria Kapal Patroli	29
Bab V	ANALISIS DAN PERHITUNGAN TEKNIS	35
V.1.	Analisis Kapal Patroli.....	35
V.1.1.	Rute Pelayaran.....	35
V.1.2.	Penentuan <i>Payload</i> Kapal.....	35
V.1.3.	Layout Awal	36
V.1.4.	Analisis Terhadap Perhitungan Teknis.....	37
V.1.5.	Rasio Bentuk Kapal	38
V.1.6.	Koefisien Bentuk Kapal.....	39
V.2.	Perhitungan Teknis.....	39
V.2.1.	Analisis Hambatan Kapal	39
V.2.2.	Analisis Kebutuhan Daya Penggerak Kapal.....	40
V.2.3.	Analisis Pemilihan Mesin Penggerak Kapal	41
V.2.4.	Estimasi Berat Kapal	41
V.2.5.	Pemeriksaan Trim.....	42
V.2.6.	Perhitungan Lambung Timbul.....	42
V.2.7.	Perhitungan Stabilitas Kapal	43
V.2.8.	Pembuatan Linesplan dan Rancangan Umum	43
V.2.9.	Model 3 Dimensi <i>Sketchup</i>	48
V.3.	Analisis Biaya Pembangunan Kapal Dan Biaya Operasional	48
V.3.1.	Analisis Biaya Pembangunan Kapal.....	48
V.3.2.	Analisis Biaya Operasional Kapal	49
Bab VI	KESIMPULAN DAN SARAN	51
VI.1.	Kesimpulan.....	51
VI.2.	Saran.....	51
DAFTAR	PUSTAKA.....	53
LAMPIRAN	
BIODATA	PENULIS.....	

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Spiral Desain	9
Gambar II. 2 Jenis Fregat KRI A.Yani	11
Gambar II. 3 SIGMA KRI Diponegoro	11
Gambar II. 4 Kapal Perusak	12
Gambar II. 5 Kapal Perusak Berpeluru Kendali	13
Gambar II. 6 Kapal Cepat Rudal	13
Gambar II. 7 Fast Patrol Boat	14
Gambar II. 8 Kapal Jenis Landing Craft Tank	14
Gambar II. 9 Jenis Kapal Selam	15
Gambar II. 10 Bofor <i>Ship to Ship System</i>	16
Gambar II. 11 Radar	16
Gambar V. 1 Rute Pelayaran	35
Gambar V. 2 Layout Awal Desain	37
Gambar V. 3 <i>Frame of Reference</i>	44
Gambar V. 4 <i>Design Grid</i>	45
Gambar V. 5 Karakteristik Lambung	45
Gambar V. 6 <i>Linesplan</i>	46
Gambar V. 7 Rancangan Umum	47
Gambar V. 8 Model 3 Dimensi	48

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Pengadaan Kapal	27
Tabel 4. 2 MEF TNI	28
Tabel 4. 3 Target MEF TNI AL	29
Tabel 4. 4 Kriteria Kapal Patroli	29
Tabel 4. 5 Biaya Pengadaan Kapal Patroli	31
Tabel 4. 6 Biaya Operasional	31
Tabel 4. 7 Biaya Pemeliharaan	31
Tabel 4. 8 Total Pengeluaran Biaya.....	32
Tabel 4. 9 Pengolahan Metode Dematel.....	32
Tabel 4. 10 Matriks Pengolahan Dematel	32
Tabel 5. 1 Payload	36
Tabel 5. 2 Kapal Pembanding	37
Tabel 5. 3 Rasio Bentuk Kapal.....	38
Tabel 5. 4 Rekapitulasi Berat Kapal.....	41
Tabel 5. 5 Rekapitulasi trim	42
Tabel 5. 6 Rekapitulasi Lambung Timbul.....	42
Tabel 5. 7 Rekapitulasi Stabilitas Kapal.....	43
Tabel 5. 8 Rekapitulasi Biaya Pembangunan	48
Tabel 5. 9 Skema Trip Kapal.....	49
Tabel 5. 10 Biaya Operasional pertahun	49
Tabel 5. 11 Biaya Pemeliharaan	50
Tabel 5. 12 Kebutuhan Bahan Bakar.....	50
Tabel 5. 13 Gaji Kru	50

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

I.1.D Latar Belakang Masalah

Menurut data IMO, 2016. Dalam kurun waktu 4 tahun kebelakang jumlah kejadian illegal action di perairan Indonesia rata – rata terjadi 300 kasus per/tahun. Kejadian – kejadian tersebut melatar belakangi dibentuknya Bakamla untuk mengkoordinasikan instansi yang mempunyai kepentingan terhadap pelanggaran di laut seperti TNI AL, KKP, Polisi Air (POLRI), dan Bea Cukai.

Untuk melakukan koordinasi Bakamla mempunyai infrastruktur guna menunjang dalam melakukan tugasnya. Ada 2 tipe infrastruktur yang dimiliki oleh Bakamla yaitu :

a)MInfrastruktur perangkat lunak (radar, GMDSS, *Ground Station*, MRCC dan RCC, dan NPC),

b)MInfrastruktur perangkat keras (pusat komando wilayah, pesawat, dan kapal patroli).

Kapal patroli merupakan komponen utama dalam menjaga keamanan pantai. Tanpa kapal patroli dan hanya mengandalkan pengawasan dari udara dalam memantau perairan wilayah operasi, dampaknya kurang efektif. Kehadiran kapal patroli merupakan suatu yang utama karena akan menunjukkan kedaulatan hukum negara dan kemampuan kontrol di wilayah tersebut.

Menurut Bakamla jumlah kapal patroli untuk mendukung operasi di setiap wilayah ideal minimalnya adalah 1.) 5 Kapal speedboat, 2.) 10 Kapal ukuran kecil 3.) 10 Kapal ukuran menengah dan terakhir 4.) 1 Kapal samudera. Namun menurut data kapal Bakamla tahun 2016,

Selain kapal patroli tipe menengah, jumlah kebutuhan kapal patroli di Indonesia sudah memenuhi kebutuhan idealnya. Oleh karena itu, dibutuhkan penambahan jumlah kapal patroli tipe menengah. Maka, dalam tugas akhir ini dilakukan penelitian untuk menentukan kapal patroli tipe menengah apa yang sesuai dengan kondisi perairan di Indonesia. Saat ini, tipe kapal menengah yang dimiliki Bakamla berdasarkan material lambung adalah kapal fiberglass, kapal aluminium, dan kapal baja.

Dari ketiga tipe tersebut belum dilaksanakan perbandingan secara komprehensif terhadap alternatif penggunaan kapal patroli yang paling baik/*representatif* untuk wilayah

perairan Indonesia. Jika mengacu pada pilihan biaya pembelian awal dan kecepatan maka yang paling murah dan mempunyai kecepatan tinggi adalah tipe *fiberglass*, tetapi tipe *fiberglass* ini mempunyai kelemahan pada kekuatan deformasi serta usia pakai yang kurang lama dan juga rawan terhadap bahaya kebakaran serta benturan yang keras.

Jika mengacu pada pilihan kekuatan terhadap benturan dan juga ketahanan terhadap panas/api, maka tipe baja yang paling baik, tetapi kapal tipe ini mempunyai kelemahan pada korosi dan juga berat yang menyebabkan kecepatan tidak terlalu tinggi.

Jika mengacu pada pilihan kriteria ketahanan atau lama usia pakai, maka tipe alumunium yang paling baik, tetapi kapal tipe ini mempunyai kelemahan pada tingkat kebisingan dan getaran yang cukup tinggi serta biaya pembelian yang mahal. Dari beberapa tipe material diatas pada tugas akhir ini hanya melakukan analisis desain menggunakan material lambung berbahan alumunium.

Tujuan akhir dari adalah mendesain kapal kelas *patrol ship* dengan bahan material alumunium yang sesuai dengan fungsi dari kapal tersebut

I.2.D Perumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- M Berapa ukuran utama kapal patroli alumunium untuk kelas satuan patroli?
- M Bagaimana gambar *linesplan* dari desain kapal kelas satuan patroli dengan material alumunium?
- M Bagaimana gambar *General Arrangement* dari kapal kelas satuan patroli dengan material alumunium?

I.3.D Tujuan

Tugas akhir ini dimaksudkan untuk mendesain kapal patroli di wilayah perairan Indonesia bagian timur. Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- M Menentukan ukuran utama kapal patroli alumunium untuk kelas satuan patroli.
- M Menggambar rancangan garis (*linesplan*) desain kapal kelas satuan patroli dengan material alumunium.
- M Menggambar rancangan umum (*General Arrangement*) desain kapal kelas satuan patroli dengan material alumunium.

I.4.D Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan masalah dalam penulisan tugas akhir ini antara lain :

- M Desain dibuat untuk perairan di daerah Indonesia Bagian Timur.
- M Analisis penelitian menggunakan material alumunium..
- M Output penelitian berupa ukuran utama kapal, gambar linesplan, gambar general arrangement, dan model 3 dimensi desain.
- M Perhitungan dan analisis tidak mencakup perhitungan konstruksi kapal.

I.5.D Manfaat

Manfaat dari pengerjaan tugas akhir ini adalah

- M Mengetahui ukuran utama kapal TNI kelas Satuan Patroli (Satrol).
- M Dapat memberikan masukan tentang desain kapal kelas Satrol dengan bahan alumunium kepada instansi terkait masalah desain kapal patroli di wilayah Indonesia .

I.6.D Hipotesis

Desain kapal patroli alumunium yang didapat dari penelitian ini bisa digunakan di wilayah perairan Indonesia bagian timur.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II STUDI LITERATUR

II.1.D Dasar Teori

Pada bab ini penulis akan menjelaskan tentang dasar teori yang digunakan oleh penulis dalam melakukan analisis tentang mendesain sebuah kapal patroli. Bab ini akan menjelaskan tentang macam-macam gambar desain kapal, proses desain kapal, dan metode yang dilakukan untuk mendesain kapal,.

II.1.1.D Gambar Desain Kapal

Gambar rancang bangun kapal adalah gambar rencana konstruksi yang terdiri dari gambar rencana umum, gambar rencana konstruksi memanjang, gambar rencana konstruksi melintang, gambar konstruksi linggi haluan dan buritan, gambar-gambar pondasi mesin induk kapal serta gambar konstruksi detail lainnya.

Cetak biru gambar rancang bangun kapal adalah gambar rancangan kapal yang diperlihatkan diatas kertas cetak biru dan atau diatas kertas kalkir dengan keterangan dan ukuran gambar yang dilengkapi dengan mencantumkan ukuran skala gambar yang sebenarnya.

Ada 2 gambar yang umum dikenal dalam menggambar desain kapal :

1.MRancangan Garis (*Lines Plan*)

Rancangan garis menentukan karakteristik kapal dibawah air. Rancangan ini akan menentukan bentuk lambung kapal yang akan dirancang. Rancangan garis merupakan parameter bentuk (*performance*) maupun stabilitas kapal. Oleh karena itu, nilai-nilai parameter bentuk ini sangat bervariasi antara satu kapal dengan kapal lainnya. Tergantung pada bentuk dan jenis kapal yang direncanakan. FAO memberikan beberapa parameter bentuk kapal yang ideal untuk jenis-jenis kapal (Suhardjito).

Namun secara umum perancang kapal (*designer*) menentukan atau memilih nilai dari parameter bentuk yang sesuai dengan jenis kapal yang direncanakan.

2.MRancangan Umum

Rancangan Umum (*General Arrangement*) adalah gambaran umum dari keseluruhan penataan ruangan dan perlengkapan di kapal. Penataan ruangan pada saat perencanaan pembuatan kapal dirancang dan dihitung secara seksama agar memenuhi areal maupun

volume ruangan yang dibutuhkan serta untuk memperoleh stabilitas yang mantap. Pada prinsipnya penataan ruangan ini bisa dikelompokkan menjadi ruangan di bawah geladak dan ruangan di atas geladak (Suhardjito).

Adapun ruang dibawah geladak adalah sebagai berikut :

- M Ruang Ceruk Buritan

Biasanya digunakan sebagai tempat stering gear. Pada kapal kayu, ruang ceruk buritan ini menjadi multi fungsi, yang juga digunakan sebagai penyimpanan peralatan mesin.

- M Ruang Mesin

Biasanya disebut juga sebagai kamar mesin digunakan sebagai tempat akomodasi dari mesin kapal yang merupakan sumber daya penggerak kapal. Tenaga mesin dapat ditentukan dengan menghitung hambatan kapal dalam berbagai jenis nilai kecepatan dan dituangkan dalam bentuk grafik.

- M Ruang ceruk depan

Ruang ceruk depan digunakan untuk tempat menyimpan rantai jangkar. Disamping itu sisa ruangan yang ada juga digunakan untuk menyimpan peralatan kapal ataupun suku cadang.

- M Tangki bahan bakar

Ruangan yang digunakan untuk menyimpan bahan bakar yang digunakan kapal selama beroperasi. Volume tangki bahan bakar sangat berhubungan dengan lama operasi. Volume tangki bahan bakar sangat berhubungan dengan lama operasi (pelayaran) serta daya mesin yang digunakan di kapal.

- M Tangki air tawar

Ruangan yang digunakan untuk menyimpan air tawar untuk keperluan awak kapal selama operasi penangkapan. Ukuran tangki air tawar juga berhubungan dengan jumlah awak kapal serta lama trip operasi.

- M Tangki *ballast*

Tangki *ballast* pada umumnya terletak di haluan kapal. Tangki *ballast* biasanya diisi air laut yang berfungsi untuk mengimbangi moment trim (agar kapal tidak trim atau miring).

Ruang di atas geladak meliputi ruang kemudi, ruang akomodasi awak kapal, gudang (tempat penyimpanan).

- *M Superstructure*

Meliputi bangunan-bangunan di atas dek yang pada kapal biasanya digunakan sebagai ruang kemudi, akomodasi ABK (Anak Buah Kapal) dan gudang penyimpanan alat.

- *M Main Deck*

Kegiatan operasi selalu dilakukan di dek kapal, sehingga penataan dek kapal harus disesuaikan dengan fungsi yang akan digunakan (pemindahan barang dan pengangkutan penumpang) . Disamping untuk area bekerja, dek juga merupakan tempat penyusunan mesin -mesin dek (*deck machinery*) serta alat - alat bantu pengangkutan.

II.1.2. Metode Desain Kapal

Terdapat beberapa metode yang digunakan dalam mendesain kapal. Pemilihan metode desain yang akan digunakan dipilih berdasarkan tujuan dan ketersediaan data dari desain kapal sebelumnya. Adapun macam-macam metode dalam mendesain kapal seperti di bawah ini:

- a) *Parent Design Approach*

Parent design approach merupakan Metode dalam mendesain kapal dengan cara mengambil sebuah kapal yang dijadikan sebagai acuan kapal pembanding yang memiliki karakteristik yang sama dengan kapal yang akan dirancang. Keuntungan dalam penggunaan metode ini adalah dapat mendesain kapal lebih cepat karena *performance* kapal yang dijadikan acuan telah terbukti (Dewangga, 2017).

- b) *Trend Curve Approach*

Metode statistik dengan menggunakan persamaan regresi dari beberapa kapal pembanding untuk menentukan ukuran utama kapal. Dalam metode ini ukuran beberapa kapal pembanding dikomparasi dimana variabel dihubungkan kemudian didapatkan suatu koefisien yang digunakan dalam menentukan ukuran utama kapal (Dewangga, 2017).

- c) *Iteratif Design Approach*

Metode desain kapal yang berdasarkan pada proses siklus dari *prototyping*, *testing*, dan *analyzing (trial and error)*. Perubahan dan perbaikan akan dilakukan berdasarkan hasil pengujian iterasi terbaru sebuah desain. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan fungsionalitas dari sebuah desain yang sudah ada (Dewangga, 2017).

d) Parametric Design Approach

Metode yang digunakan dalam mendesain kapal dengan parameter seperti panjang kapal, lebar kapal, sarat kapal, koefisien blok, titik gaya apung, dan lain-lain sebagai ukuran utama kapal yang merupakan hasil regresi dari beberapa kapal pembanding, kemudian dilakukan perhitungan teknis yang terdapat dalam proses desain kapal (Dewangga, 2017).

e) Optimization Design Approach

Optimisasi merupakan suatu proses untuk mendapatkan beberapa kemungkinan hasil yang memenuhi syarat berdasarkan batasan-batasan tertentu. Optimisasi biasa digunakan untuk mencari suatu nilai minimum atau maksimum yang ditetapkan sejak awal sebagai *objective function* (Dewangga, 2017)

II.1.3. Proses Desain Kapal

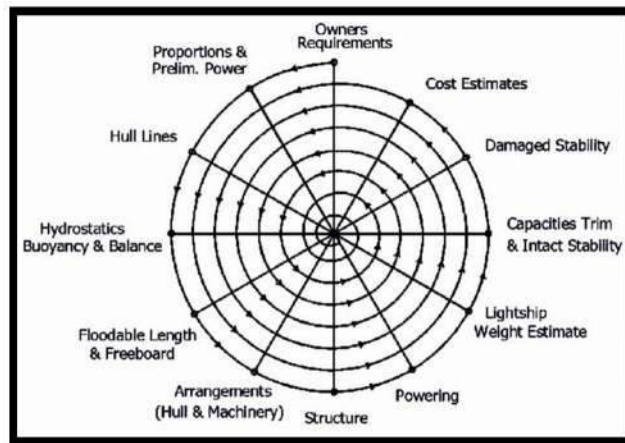
Proses desain pada pembangunan kapal bertujuan untuk mempermudah, memberikan arahan yang jelas sehingga pekerjaan pembangunan kapal dapat berjalan sesuai dengan rencana dan dapat meminimalisir kesalahan dalam proses pembangunan kapal.

Proses desain kapal pun bertujuan agar produk yang dihasilkan dapat memenuhi seluruh permintaan dari pemilik kapal yang terangkum dalam owner requirement. Owner requirement merupakan kumpulan dari ketentuan yang berasal dari permintaan pemilik kapal yang akan dijadikan acuan dasar bagi engineer dalam merancang suatu kapal, yang pada umumnya terdiri dari jenis kapal, jenis muatan, kapasitas muatan, kecepatan kapal, dan rute pelayaran.

Dalam mendesain kapal ada beberapa batasan yang harus diperhatikan antara lain :

- M Batasan dari pemilik kapal yang harus dipenuhi, seperti performance kapal, jenis dan kapasitas muatan, dan lain-lain.
- M Batasan fisik kapal dan persyaratan teknis yang harus dipenuhi, seperti berat dan titik berat, lambung timbul, stabilitas, persyaratan konstruksi, dan lain - lain. Batasan wilayah operasional kapal yang dibatasi, seperti kondisi perairan, dan lain - lain.

Selain ada batasan-batasan, umumnya dalam proses mendesain kapal engineer melalui tahapan-tahapan yang seluruh perencanaan dan analisis dilakukan secara berulang demi mendapat hasil yang maksimal. Proses ini biasa disebut proses desain spiral.



Gambar II. 1 Spiral Desain

(google.co.id/designspiral)

Pada desain spiral proses desain dibagi menjadi tahapan-tahapan, yaitu :

a) *Concept design*

Tahap awal dalam proses desain dimana tahapan ini memiliki peranan untuk menerjemahkan owner requirement atau permintaan pemilik kapal ke dalam ketentuan dasar dari kapal yang akan didesain. Konsep bisa dibuat dengan menggunakan rumus pendekatan, kurva ataupun pengalaman untuk membuat perkiraan-perkiraan awal yang bertujuan untuk mendapatkan estimasi biaya konstruksi, biaya permesinan kapal dan biaya peralatan serta perlengkapan kapal. Hasil dari tahapan konsep desain ini umumnya berupa ukuran utama kapal, dan gambar secara umum (Dewangga, 2017).

b) *Preliminary Design*

Tahap ini merupakan tahapan pendalaman teknis lebih dalam yang akan memberikan lebih banyak detail pada konsep desain. Preliminary design ini merupakan iterasi kedua pada desain spiral. Adapun yang dimaksud detail meliputi fitur-fitur yang memberikan dampak signifikan pada kapal, termasuk juga pendekatan awal biaya yang akan dibutuhkan. Selain itu, proses yang dilakukan pada tahap ini antara lain adalah perhitungan kekuatan memanjang kapal, pengembangan bagian midship kapal, perhitungan yang lebih akurat mengenai berat dan titik berat kapal, sarat, stabilitas, dan lain-lain. Pada tahap ini, dilakukan pemeriksaan yang terkait dengan performance kapal (Dewangga, 2017).

c) *Contract Design*

Tahap dimana masih dimungkinkannya terjadi perbaikan hasil dari tahap *preliminary design*, sehingga desain yang dihasilkan lebih detail dan teliti. Tujuan utama pada *contract*

design adalah pembuatan dokumen yang secara akurat dengan mendeskripsikan kapal yang akan dibuat. Selanjutnya dokumen tersebut akan menjadi dasar dalam kontrak atau perjanjian pembangunan antara pemilik kapal dan pihak galangan kapal. Dalam *contract design* terdapat komponen dari *contract drawing* dan *contract specification* meliputi: *arrangement drawing*, *structural drawing*, *structural details*, *propulsion arrangement*, *machinery selection*, *propeller selection*, *generator selection*, *electrical selection*, dan lain-lain. Seluruh komponen tersebut biasa juga disebut sebagai *key plan drawing*. *Key plan drawing* tersebut harus merepresentasikan secara detail fitur-fitur kapal yang sesuai dengan permintaan pemilik kapal (Dewangga, 2017)

d) *Detail Design*

Tahap ini merupakan tahap yang terakhir dalam mendesain sebuah kapal, pada tahap ini dilakukan pekerjaan yang lebih mendetail dari *key plan drawing* menjadi *production drawing* atau gambar produksi yang nantinya akan digunakan sebagai gambar arahan kerja untuk membangun kapal. Tahap ini mencakupi seluruh rencana dan perhitungan yang diperlukan untuk proses konstruksi dan operasional kapal. Di samping itu pada tahap ini diberikan pula petunjuk mengenai instalasi dan detail konstruksi (Dewangga, 2017)

II.1.4. Deni Kapal Kombat TNI AL

TNI AL memiliki beberapa tipe kapal kombat adalah kapal perang bersenjata yang lazim dimiliki oleh angkatan laut yang digunakan untuk pertempuran langsung di lautan. Umumnya dipersenjatai dengan meriam, meriam anti serangan udara, peluru kendali baik anti serangan udara, anti kapal selam, maupun terhadap sasaran di darat, torpedo, ranjau, bahkan rudal jelajah yang beroperasi diantaranya :

a) MFregat

Fregat atau pergata adalah suatu nama yang digunakan bagi berbagai jenis kapal perang pada beberapa masa yang berbeda. Istilah ini merujuk pada beberapa peran dan ukuran kapal yang berbeda. Kapal perang jenis ini ditugaskan khusus sebagai kapal tipe penjajah dan untuk menghadapi ancaman dari kapal selam (Royal Navy UK, 2012) Sistem senjata dan elektronika yang ada di setiap fregat disesuaikan dengan tugas spesifik tersebut sesuai gambar 2.2.



Gambar II. 2 Jenis Fregat KRI A.Yani

(Jane's Fighting Ship, 2007-2008)

b)MKorvet

Korvet kelas SIGMA adalah salah satu tipe kapal perusak kawal rudal dengan radius pelayaran samudera. SIGMA merupakan singkatan dari *Ship Integrated Geometrical Modularity Approach* (damennaval.com). Desain SIGMA merupakan salah satu desain revolusioner di kelasnya. Jenis kapal SIGMA mampu melakukan operasi permukaan dan bawah laut dilengkapi dengan persenjataan anti kapal selam dan sonar sesuai gambar 2.3.



Gambar II. 3 SIGMA KRI Diponegoro

(Jane's Fighting Ship, 2007-2008)

c)MKapal Perusak

Kapal perusak atau *destroyer* merupakan kapal perang yang mampu bergerak cepat serta lincah bermanuver. Fungsi kapal perusak adalah memproteksi armada kapal perang yang berukuran lebih besar seperti kapal induk (*carrier*) atau *capital warship* dari ancaman serangan peralatan perang yang lebih kecil seperti kapal torpedo, kapal selam

atau pesawat terbang. Kapal jenis perusak merupakan penyokong dari kekuatan utama angkatan laut (*Royal Navy UK*, 2012). Pada awalnya kapal ini digunakan untuk memburu para perompak, saat ini kapal perusak telah dilengkapi dengan persenjataan canggih untuk pertempuran udara dan permukaan sesuai pada gambar 2.4.



Gambar II. 4 Kapal Perusak

(*Jane's Fighting Ship*, 2007-2008)

d) Kapal Perusak Berpeluru Kendali

Kapal perusak berpeluru kendali adalah sejenis kapal perusak yang dirancang dapat meluncurkan peluru kendali. Beberapa jenis lainnya dilengkapi juga dengan senjata anti kapal selam, anti pesawat terbang dan anti kapal. Misi utama dari kapal perang jenis perusak berpeluru kendali adalah melindungi kawanan armada menggunakan perlengkapan persenjataan rudal jarak jauh *Sea Viper* (*Royal Navy UK*, 2012) yang dapat menjangkau target hingga jarak 700 mil.M

Kapal perusak berpeluru kendali dilengkapi dengan dua buah sistem peluncur peluru kendali, umumnya Sistem Peluncur Vertikal. Beberapa kapal perusak memiliki sistem radar canggih seperti sistem perang *Aegis* sesuai pada



Gambar II. 5 Kapal Perusak Berpeluru Kendali

(*Jane's Fighting Ship*, 2007-2008)

e)MKapal Cepat Rudal

Kapal cepat rudal merupakan jenis alutsista kapal berukuran kecil (40-60 meter), dan rata-rata menggunakan bahan material ringan karena kapal ini di desain untuk bergerak secara cepat, dan mobilitas yang tinggi. Kapal cepat rudal mempunyai kemampuan khusus dalam penyerangan cepat menggunakan persenjataan rudal dan dapat melakukan gerakan menghindar secara cepat pula (*Royal Navy UK*, 2012) sesuai pada gambar 2.6.



Gambar II. 6 Kapal Cepat Rudal

(*Jane's Fighting Ship*, 2007-2008)

f)M*Fast Patrol Boat*

Fast Patrol Boat atau kapal patrol cepat adalah jenis kapal alutsista yang digunakan dalam misi pengamanan teritorial, seperti operasi pengamanan pesisir, *fire fighting mission*, dan *onshore inshore patrol* (*Royal Navy UK*, 2012) sesuai pada gambar 2.7.



Gambar II. 7 Fast Patrol Boat

(*Jane's Fighting Ship*, 2007-2008)

g) Landing Platform Dock

Menurut Royal Navy, United Kingdom yang dimaksud dengan Landing Platform Dock (LPD) adalah sebuah kapal yang didesain untuk mengirimkan pasukan ke daratan melalui 2 jalur yaitu air dan udara. Untuk jalur air menggunakan kapal berukuran kecil dari landing dock dan untuk jalur udara menggunakan helikopter penyerang dari *flight deck*. Kapal ini tidak dilengkapi dengan hangar, tetapi kapal ini mempunyai peralatan yang dapat digunakan untuk operasi melalui udara sesuai pada gambar 2.8.



Gambar II. 8 Kapal Jenis Landing Craft Tank

(*Jane's Fighting Ship*, 2007-2008)

h) Kapal Selam

Kapal selam adalah kapal yang bergerak di bawah permukaan air, umumnya digunakan untuk tujuan dan kepentingan militer. Kapal selam mempunyai kelebihan untuk

bergerak secara tidak terdeteksi dibawah permukaan untuk menjalankan setiap misinya (Royal Navy UK, 2012). Sebagian besar Angkatan Laut memiliki dan mengoperasikan kapal selam sekalipun jumlah dan populasinya masing-masing negara berbeda. Selain digunakan untuk kepentingan militer, kapal selam juga digunakan untuk ilmu pengetahuan laut dan air tawar dan untuk bertugas di kedalaman yang tidak sesuai untuk penyelam manusia.

Kapal selam militer digunakan untuk kepentingan perang atau patroli laut suatu negara, berdasarkan jenisnya setiap kapal selam militer selalu dilengkapi dengan senjata seperti meriam kanon, torpedo, rudal penjelajah / anti pesawat dan anti kapal permukaan, serta rudal balistik antar benua sesuai



Gambar II. 9 Jenis Kapal Selam
(*Jane's Fighting Ship*, 2007-2008)

II.1.5. Persenjataan

Analisis sistem persenjataan yang akan digunakan, hal ini penting karena fungsi utamadari kapal jenis ini untuk pertahanan dan keamanan. Dalam sistem persenjataan perang ,khususnya untuk persenjataan kapal perang, adalah sebagai berikut :

a) Ship to Ship

Senjata yang digunakan untuk melawan ancaman dan serangan yang berada dipermukaan laut (Dewangga, 2017). Jenis senjata seperti ini dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar II. 10 Bofor *Ship to Ship System*

b) Radar dan Sonar

Alat bantu yang digunakan untuk menunjang kinerja operasional kapal perang. Gambar 2.11. Radar merupakan alat yang digunakan untuk mendeteksi keadaan disekitar kapal, radar terdiri dari radar navigasi, radar pengunci, dan radar pengintai (Dewangga, 2017).

Sonar merupakan alat yang digunakan untuk pencitraan dibawah permukaan kapal. Bisa digunakan sebagai pemetaan kondisi dasar laut (Dewangga, 2017).



Gambar II. 11 Radar

II.2.D Tinjauan Pustaka

Kapal patroli pengawas merupakan kapal cepat yang digunakan oleh instansi pemerintah untuk melakukan tugas pengawasan perairan. Oleh karena itu, dibutuhkan aspek-aspek yang harus diperhatikan untuk melakukan tugas pengawasan antara lain :

a) Daerah pelayaran yang dilalui oleh kapal patroli adalah

- M Laut lepas
- M Pesisir pantai dan teluk
- M Sungai pedalaman
- M Perairan dengan kedalaman 1 meter

b)MFungsi kapal patroli yaitu kapal milik instansi pemerintah untuk melakukan tugas pengawasan perairan dan melakukan pengejaran kapal yang melanggar aturan di wilayah perairan Indonesia.

c)MOlah gerak, guna mendukung kecepatan dan ketepatan untuk melakukan pengawasan kapal patroli harus memiliki kemampuan olah gerak yang optimal.

d)MKelayakan kapal, aspek yang perlu diperhatikan antara lain :

- M Mempunyai daya ketahanan yang baik.
- M Mempunyai bahan material pembuatan kapal yang kuat dan tahan lama.
- M Mempunyai stabilitas yang baik pada semua kondisi.
- M Mempunyai peralatan keselamatan , perlengkapan, komunikasi, dan tambat yang memadai.

e)MStabilitas, kapal harus memiliki kemampuan stabilitas yang baik pada saat kondisi muatan penuh, muatan setengah dan tanpa muatan.

Ada berbagai macam kapal patroli di indonesia. Kapal patroli adalah kapal yang relatif kecil dan umumnya dirancang untuk tugas-tugas pertahanan pesisir. Ada banyak desain untuk kapal patroli. Mereka dapat dioperasikan oleh angkatan laut suatu negara, penjaga pantai, atau kepolisian. Mereka umumnya ditemukan dalam berbagai peran perlindungan perbatasan, termasuk anti-penyelundupan, anti-pembajakan, patroli perikanan, dan penegakan hukum imigrasi. Mereka juga sering dipanggil untuk berpartisipasi dalam operasi penyelamatan.

a)MTNI AL (Tentara Nasional Indonesia Angkatan Laut)

Menurut Munaf Sarana dan prasarana pendukung keamanan laut selain *stakeholder* yang ikut serta dalam pelaksanaan gelar kekuatan operasi bersama kamla (keamanan laut), tentu operasi tersebut perlu didukung oleh sarana dan prasarana pendukung untuk menjaga keamanan dan keselamatan laut. Beberapa *stakeholder* tentunya memiliki sarana dan prasarana pendukung agar gelar kekuatan operasi bersama kamla berjalan dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Berikut sarana dan prasarana pendukung keamanan laut. Sarana dan prasana pendukung yang dimiliki TNI AL antara lain: a. Kapal perang b. Kapal patroli pendukung c. Pesawat udara d. Pasukan pendarat Kapal Kapal TNI AL berjumlah 132 dengan inisial KRI (Kapal Republik Indonesia). KRI dibagi menjadi tiga kelompok kekuatan, yaitu

- M Kekuatan pemukul (*striking force*) terdiri atas 40 KRI yang memiliki persenjataan strategis.
- M Kekuatan patroli (*patrolling force*) berjumlah 50 KRI.

- M Kekuatan pendukung (*supporting force*) berjumlah 48 KRI. TNI AL sudah mempunyai 4 kapal LPD, 2 kapal multipurpose yang dibuat di Korea Selatan (KRI MKS dan KRI SBY), dan 2 unit dikerjakan oleh PT PAL yaitu KRI BAC dan KRI BJN. Selain itu, kapal TNI AL juga memiliki 12 radar yang ditempatkan di seluruh Indonesia.

b)MPOLRI (Kepolisian Negara Republik Indonesia)

Sarana dan prasarana pendukung Kepolisian Republik Indonesia (POLRI) instansi Polri yang terkait langsung dengan patroli keamanan laut adalah polair (polisi air). Sarana dan prasarana pendukung yang dimiliki polair adalah 10 kapal kelas A (panjang 48 m), 11 kelas B (panjang 28 m), 5 kelas C (motor boat, panjang 15 m) yang tersebar di Riau (2 kapal), Kaltim (2 kapal), dan Jakarta (1 kapal), 86 kapal 15 m tetapi kurang sesuai dengan standar operasi Polri. Sarana dan Prasarana Pendukung Departemen Perhubungan (Munaf, 2013).

c)MKemenhub (Kementerian Perhubungan)

Sarana dan prasarana yang dimiliki Kementrian Perhubungan terkait kamla terbagi menjadi dua, yaitu Direktorat Kesatuan Penjaga Laut dan Pantai serta Badan Search and Rescue Nasional (BASARNAS). Kapal milik Direktorat Jenderal Perhubungan Laut terdiri atas 7 kapal negara kenavigasian dan 4 kapal KPLP. Adapun kapal negara Penjagaan Laut dan Pantai (Armada PLP) saat ini berjumlah 159 unit yang terdiri atas 4 unit kapal kelas I, 9 unit kapal kelas II, 27 unit kapal kelas III, 42 unit kapal kelas IV, dan 77 unit kapal kelas V (Munaf, 2013).

Adapun kapal negara Penjagaan Laut dan Pantai (Armada PLP) saat ini berjumlah 159 unit yang terdiri atas 4 unit kapal kelas I, 9 unit kapal kelas II, 27 unit kapal kelas III, 42 unit kapal kelas IV, dan 77 unit kapal kelas V (Munaf, 2013).

d)MKKP (Kementerian Kelautan Dan Perikanan)

Sarana dan Prasana Pendukung Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) Fasilitas infrastruktur dan sarana pendukung yang dimiliki KKP terkait dengan tugas pengawasan laut sesuai dengan kewenangannya adalah 20 kapal patroli, 20 kapal latihan, dan 31 *speed boat* (Munaf, 2013).

Selain itu, ada fasilitas infraststruktur pendukung yang telah digunakan oleh KKP, antara lain *Monitoring Controlling & Surveillance* (MCS) serta *Vessel Monitoring Surveillance* (VMS). Sarana dan Prasarana Pendukung Direktorat Jendral Bea dan Cukai (DJBC) Direktorat Jendral Bea dan Cukai (DJBC) memiliki sarana dan prasarana

pendukung, yaitu 27 *fast patrol boat* 28 meter bahan dasar kayu, 5 *fast patrol boat* 28 meter bahan dasar kayu, 10 LPC (*Local Patrol Craft*) dengan bahan dasar *fiberglass*, 10 VSV (*very silinder vessel*), dan 155 *speed boat* (Munaf, 2013).

e)MBakamla (Badan Keamanan Laut)

Sarana dan Prasarana Pendukung Badan Keamanan Laut (Bakamla) Bakamla memiliki sarana dan prasarana pendukung sebagai berikut. Kapal Patroli Kapal patroli yang dimiliki Bakamla adalah 5 unit dengan tipe *Catamaran* serta kapal 48 meter yang diberi nama KN Singa Laut dan KN Kuda Laut. Bakamla memiliki kapal baru, yaitu Belut Laut, Bintang Laut, dan Gajah Laut. Kedepan Bakamla berencana akan menambah 30 kapal (Munaf, 2013).

Sistem teknologi teformasi *National Picture Compilation* (NPC) Bakamla mempunyai sistem teknologi informasi *National Picture Compilation* (NPC). Sistem ini merupakan sistem yang dikembangkan oleh Bakamla dengan mengoptimalkan akses dua satelit, yakni Inmarsat dan Vsat. Kedua satelit ini juga digunakan oleh Kemenhub dan KKP. Sistem NPC ini bekerja dengan menggabungkan data prakiraan cuaca, peta dasar rupa bumi, pola arus, peta *fishing ground* (daerah penangkapan ikan), serta informasi dari *Vessel Monitoring System* (VMS). Semua data dan informasi tersebut terkumpul dalam Bakamla *Integrated Information System* (BIIS) yang telah dikembangkan sejak tahun 2007 (Munaf, 2013).

MRCC dan RCC Selain itu, Bakamla mempunyai *Maritime Regional Crisis Center* (MRCC) dan *Regional Crisis Center* (RCC), yaitu stasiun pemantau yang tersebar di seluruh Indonesia terutama untuk memantau jalur ALKI (Alur Laut Kepulauan Indonesia). Stasiun ini dilengkapi dengan alat deteksi radar, AIS, *Long Range Camera*, dan peralatan komunikasi lain yang ditempatkan hampir di seluruh Indonesia. Lokasi MRCC dan RCC yang dimiliki Bakamla dapat dilihat pada gambar 1. Terkait keamanan laut, Bakamla lebih menekankan pada sinergitas dan terintegrasinya sarana prasarana *Early Warning System* (EWS) dan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) (Munaf, 2013). Dengan demikian, informasi dan data yang terkait dengan bidang kemaritiman dapat memberikan kontribusi positif bagi pelaksanaan penjagaan keamanan dan keselamatan laut di wilayah perairan dan wilayah yurisdiksi nasional Hal itu membuat pelaksanaan penjagaan keamanan dan keselamatan laut lebih efektif dan efisien.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III METODOLOGI

III.1.DMetode

Pada tahapan ini dilakukan identifikasi masalah berupa:

- 1.MMinimnya fasilitas keamanan laut.
- 2.MSeringnya terjadi pembajakan, *illegal fishing*, penyelundupan dan pelanggaran batas wilayah laut.
- 3.MSolusi untuk membangun kapal patroli alumunium sebagai usaha untuk mengawasi perairan Indonesia yang sangat luas.

III.2.DTahapan Pengumpulan Data

Pada tahapan pengumpulan data penulis melakukan metode pengumpulan data Tugas Akhir dengan metode pengumpulan secara tidak langsung (sekunder). Pengumpulan data ini dilakukan dengan mengambil data terkait dengan permasalahan dalam tugas ini. Adapun data-data yang diperlukan antara lain:

- M Persenjataan dan Sensor Kapal.

Data mengenai konfigurasi dan peletakan dari persenjataan dan sensor yang didapatkan dari pihak-pihak yang berwenang, dapat dikembangkan menjadi acuan dalam penentuan *payload*.

- M Kondisi Perairan Laut Sulawesi

Data berupa karakteristik dari perairan laut Sulawesi, yang meliputi kondisi laut Sulawesi seperti tinggi gelombang, kondisi cuaca dan *seastate*. Dari data-data tersebut akan berhubungan dengan desain ukuran utama kapal serta kecepatan kapal saat beroperasi.

- M Data Kapal Pembanding

Data kapal pembanding diperoleh dari kapal-kapal patroli yang telah beroperasi di negara-negara di dunia.

- M Data mesin utama kapal

Ukuran daya mesin utama didapatkan dari perhitungan propulsi dan hambatan. Untuk mesin yang akan digunakan nantinya akan diambil dari katalog mesin

III.3.D Tahap Pengolahan Data

Pada tahap pengolahan data penulis melakukan proses olah data yang telah diperoleh, kemudian dilakukan pengolahan data dan sebagai input dalam perhitungan, dalam pengolahan data didapatkan data berupa:

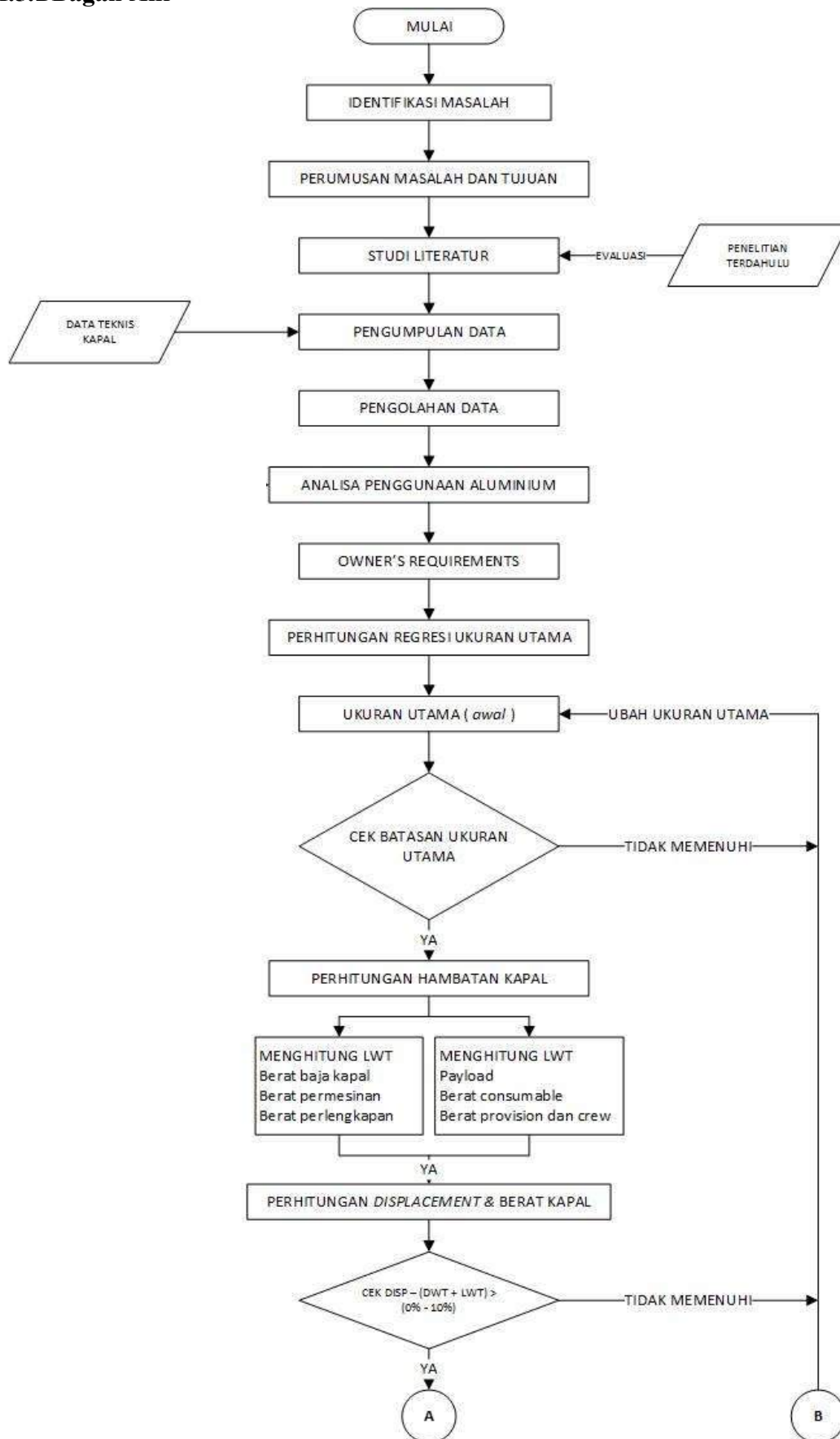
- M *Payload*
- M Ukuran utama awal
- M Hambatan kapal dan kebutuhan daya penggerak kapal
- M Pemilihan mesin penggerak kapal
- M Displacement kapal
- M Lambung timbul
- M Stabilitas
- M Trim

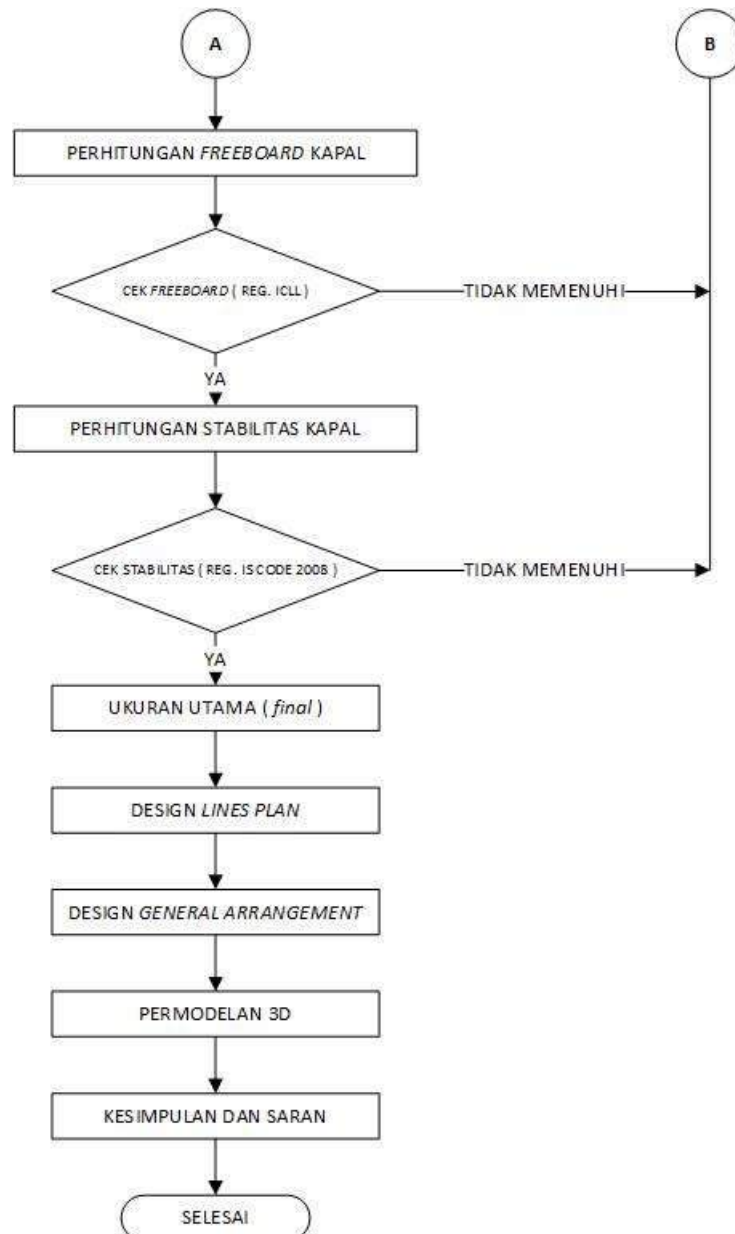
III.4.D Tahapan Perencanaan Desain

Pada tahapan perencana desain penulis melakukan proses desain kapal. Tahapan-tahapan tersebut terdiri dari:

- M Desain rencana garis
Pembuatan rencana garis dengan bantuan software Maxsurf Modeler Advanced. Kemudian dilakukan penyempurnaan dengan menggunakan bantuan *software Autocad*.
- M Desain rencana umum
Setelah rencana garis selesai di desain, tahap berikutnya adalah dibuatnya rencana umum dengan proyeksi tampak samping, atas dan depan, penataan ruangan, peralatan keselamatan, peralatan navigasi, dan lainnya sesuai dengan regulasi regulasi statutori.
- M Desain Model 3 Dimensi
Tahap terakhir dari desain adalah pembuatan model 3D yang dibantu dengan *software Sketchup*.

III.5.DBagan Alir





BAB IV

ANALISA KEBUTUHAN KAPAL PATROLI

IV.1. DRencana Strategi Departemen Pertahanan

Sesuai dengan Peraturan Menteri Pertahanan Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2012 tentang Kebijakan Penyelarasan *Minimum Essential Force* Komponen Utama bahwa telah dikeluarkan kebijakan pertahanan yang mengintegrasikan dan menyinergikan semua potensi dan kekuatan pertahanan Negara yang harus dimaknai dan diimplementasikan. Kebijakan pembangunan kekuatan tempur melalui pengadaan alutsista 2015-2024 oleh industri dalam negeri dan pengadaan alutsista dari luar negeri yang harus diikuti dengan *Transfer Of Technology* (ToT) dan *Transfer Of Knowledge* (ToK) agar penggunaan dan pemeliharaan dapat berjalan dengan baik. Sehingga dapat diperkirakan bahwa pada tahun 2015 hingga 2024 pengadaan alutsista akan menjadi proyek yang besar dan untuk mendirikan industri alutsista kapal merupakan suatu langkah yang bagus. Tetapi tentu saja pertimbangan aspek pasar bukan hanya dalam 1 atau 2 hal, melainkan menggunakan beberapa parameter agar industri yang akan didirikan dapat bersaing dalam kondisi bisnis dan ekonomi Indonesia.

Kebijakan Penyelarasan MEF menurut departemen pertahanan dibagi menjadi tiga tahap yaitu:

- M Tahap 1 (Tahun 2010-2014), tahap ini tengah dijalani oleh Indonesia saat ini, dalam tahap ini ditentukan berbagai target yang dijadikan pedoman dalam pembangunan kekuatan tempur alutsista TNI AL. Pihak TNI AL telah mendesain kekuatan ideal yang diharapkan pada tahap ini adalah 190 KRI dan 157 KAL.
- M Tahap 2 & Tahap 3 (Tahun 2015-2024), tahap ini merupakan tahap yang dirancang dalam mencapai kekuatan tempur lanjut sehingga dapat memproyeksikan kekuatan darat dan laut dalam *hotspot* yang sama dalam waktu yang bersamaan. Tahap ini merupakan kebijakan yang telah dipertimbangkan menggunakan pendekatan ancaman dan strategi perimbangan. Kekuatan ideal yang diharapkan pada tahap ini meliputi 274 KRI dan 157 KAL.

Dalam menyusun kekuatan tempur ideal, pihak TNI AL menggunakan beberapa teori tentang perencanaan strategis dan pembangunan kekuatan yang dikembangkan oleh *Naval War College Newport, Rhode Island* yang terkait dengan pembangunan kekuatan pertahanan dan perencanaan strategis (*Strategy and Force Planning*). Teori yang digunakan adalah :

- M *The Strategy and Force Planning Framework* dari PH Liotta dan Richmond M. Lloyd, yang menjelaskan alur / kerangka berfikir secara konseptual untuk menyelenggarakan dan mengevaluasi faktor-faktor penentu dalam perencanaan pembangunan kekuatan serta pengambilan keputusan di masa yang akan datang.
- M *The Art of Strategy and Force Planning* dari Henry C. Bartlett, G Paul Halman Jr, Timothy E. Somes, yang menjelaskan tentang beberapa pendekatan yang digunakan dalam penyusunan rencana pembangunan kekuatan.

Untuk mencapai terselenggaranya pembangunan kekuatan pokok minimum TNI AL agar mampu menangkal segala bentuk ancaman dan gangguan yang membahayakan kedaulatan Negara, keutuhan wilayah NKRI, dan keselamatan seluruh bangsa Indonesia dijabarkan dalam empat strategi yang diimplementasikan sebagai berikut:

- M Pembangunan dan pengembangan organisasi TNI AL yang bercirikan geografis NKRI, menjalin kerjasama (MoU) dengan industri pertahanan nasional, dan alih teknologi dalam pengadaan alutsista import guna mendukung pengembangan kekuatan pokok minimum.
- M Rematerialisasi diarahkan dengan mempertimbangkan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi guna pemenuhan pencapaian validitas.
- M Revitalisasi dalam peningkatan strata / penebalan satuan / materiil setingkat di atasnya.
- M Relokasi yang difokuskan pada pembangunan/pengembangan / pengalihan satuan dan materiil ke wilayah yang diproyeksikan pada *flash point* untuk mampu memberikan *deterrence effect* dan merespon setiap ancaman.

Empat strategi tersebut kemudian diwujudkan dalam peningkatan kemampuan TNI Angkatan Laut dengan cara pengadaan 114 KRI berbagai jenis dari luar negeri dan dalam negeri (industri strategis nasional dan swasta nasional) yaitu sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Pengadaan Kapal

No	Jenis	Jumlah
1	PKR	4
2	KS	2
3	KCR 40 m	15
4	KCR 60 m	16
5	KCR Trimaran	4
6	PC 43 m	24
7	PC 28 m Alu.	22
8	AT	12
9	BCM	6
10	ASG	2
11	BAP	2
12	BHO	2
13	LAT	1
14	MA	1
15	BU	1
Total =		114

Selain pengadaan alutsista seperti pada tabel diatas, juga dilakukan pengadaan untuk alutsista KAL tipe *Combat Boat* sebanyak 82 unit dan *Sea Rider* sebanyak 28 unit.

Pengadaan Alutsista seperti pada dibagi dalam beberapa tahapan MEF terhitung mulai tahun 2010 sampai dengan tahun 2024. Setiap Tahun memiliki target kekuatan ideal tetapi karena kondisi keseluruhan KRI tidak sepenuhnya layak untuk beroperasi maka ada sebagian KRI yang harus dihapuskan, beralih fungsi ataupun mengalami *downgrade*. Sehingga kekuatan tempur ideal pun sulit dicapai, tetapi untuk menutupi kekurangan tersebut Departemen Pertahanan telah mempersiapkan rencana untuk pengadaan alutsista untuk setiap tahapan MEF, yaitu sebagai berikut :

Tabel 4. 2 MEF TNI

No	Kondisi Awal		Tahap 2 (2015-2019)				Tahap 3 (2020-2024)				MEF 2024	Keterangan
	Jenis	Jumlah	Ada	Hps	Downgrade	Jumlah	Ada	Hps	Downgrade	Jumlah		Produksi
1	SS	2				4				4	4	Luar Negeri (Daewoo Korea)
2	PK	15				9				9	9	
3	PKR	14				16				16	16	Luar Negeri (Damen Schelde)
4	KCR	5				25		1		24	24	Dalam Negeri
5	KCT	2				0				0	0	
6	BR	2				2				2	2	
7	PR	4		2		5		1		4	4	
8	PC	46	18	7	12	46		2		44	44	Dalam Negeri
9	MA	1	1	1		1				1	1	
10	AT	28	3	9		19	5	5		19	19	Dalam Negeri
11	BCM	5	2	3		6				6	6	Dalam Negeri
12	BAP	7	2			8				8	8	
13	BTD	1				2				2	2	
14	BHO	5				3				3	3	Luar Negeri
15	ASG	2	2			3		1		2	2	Dalam Negeri
16	BU	3		1		2				2	2	Dalam Negeri
17	LAT	2				3				3	3	Luar Negeri
18	BRS	1				2				2	2	Dalam Negeri
19	CAP	4		4		0				0	0	
	Jumlah =	149	28	27		156	5	10		151	151	

IV.2. Analisa Kebutuhan Kapal Patroli di Indonesia

Analisa pasar secara umum adalah analisa pasar terhadap pembangunan kapal alutsista secara umum, dengan menggunakan data kapal perang yang telah ada dan juga menggunakan data dari rencana strategis kementerian pertahanan tentang pembangunan kekuatan pokok minimum Tentara Nasional Indonesia mulai tahun 2010 sampai dengan tahun 2024, menurut Kebijakan Dasar Pembangunan TNI Angkatan Laut Menuju MEF yang telah disetujui oleh KSAL, maka akan didapat data banyaknya kapal yang telah dibangun dan akan dibangun mulai tahun 2011 sampai tahun 2024. Dengan data tersebut maka dapat dilakukan proses estimasi pasar selama 15 tahun dikarenakan proyek bangunan baru hanya terbatas pada target

tiap tahap *minimum essential force* sehingga butuh dilakukan estimasi jumlah bangunan baru yang akan dibangun tiap tahunnya.

Tabel 4. 3 Target MEF TNI AL

Tahun	Jumlah KRI	Jumlah KAL	Ket.
2011	151	60	Data s/d thn.2011
2014	190	157	Target MEF 1
2024	274	157	Target MEF 2 & 3

Menurut tabel 4.3 dapat dilihat bahwa dengan menggunakan data jumlah alutsista kapal terakhir pada tahun 2011 sebanyak 211 kapal dan dengan menggunakan rencana strategis departemen pertahanan yang telah disahkan oleh KSAL tentang pembangunan kekuatan TNI Angkatan Laut sampai tahun 2024 sesuai kekuatan tempur minimum menurut *capability design* untuk menghadapi berbagai ancaman. Pada MEF 1 kekuatan tempur yang diharapkan adalah 190 KRI dan 157 KAL untuk alutsista kapal, sedangkan sampai tahun 2024 rancangan kekuatan yang digunakan sesuai postur TNI AL adalah 274 KRI.

IV.3.DKriteria Kapal Patroli

Menurut hasil *survey* yang dilakukan pada penelitian sebelumnya kapal patroli memiliki beberapa kriteria yang harus diutamakan diantaranya sebagai berikut :

Tabel 4. 4 Kriteria Kapal Patroli

Kriteria	Deskripsi
Keamanan	Merupakan suatu kondisi yang nyaman atau terbebas dari kemungkinan bahaya/kecelakaan yang bisa terjadi.
Kecepatan	Merupakan kemampuan bergerak secara berturut-turut untuk menempuh suatu jarak dalam satu selang waktu.
TOT	Merupakan proses memindahkan kemampuan, pengetahuan dan teknologi antara instansi penjual/pembuat dengan pemakai/pembeli.
Persenjataan	Kemampuan dan keamanan kapal untuk dilengkapi perlengkapan menyerang atau melindungi terhadap musuh.
Keandalan	Merupakan suatu kemampuan kapal akan tetap bertahan/berfungsi dalam batas waktu tertentu
Navigasi	Merupakan penentuan sebenarnya atau di peta dalam suatu pelayaran sehingga dapat memberikan keyakinan keamanan pelayaran.

Platform	Merupakan kemampuan tertentu, memiliki sekoci bahari, memiliki geladak terbuka, memiliki ruang- ruang ABK dan lounge
Permesinan	Merupakan kemampuan sistem pendorong kapal untuk melakukan pendorongan dan olah gerak kapal dalam beroperasi.
Kelistrikan	Merupakan kemampuan penyediaan sumber tenaga listrik dan baterai ketika kapal sedang beroperasi maupun sandar
Biaya	Kriteria ini berkaitan dengan jumlah uang yang dikeluarkan untuk pengadaan sebuah tipe kapal patroli
Biaya	Kriteria ini berkaitan dengan jumlah uang yang dikeluarkan untuk operasional
Operasional	kepemilikan sebuah kapal tipe patroli.
Perawatan	kepemilikan sebuah kapal tipe patroli.
Politis	Merupakan keterkaitan dengan hubungan diplomatis yang bersifat bilateral atau multilateral yang dapat mengakibatkan adanya pergeseran/perubahan pengambilan kebijakan.
Strategis	Merupakan keterkaitan dengan prospek dimasa depan terhadap penggunaan KRI apabila sudah dibeli/dibuat. Sebagai contoh adalah kemungkinan terjadinya embargo material/spare part ataupun pembatasan penggunaan alat sista untuk kepentingan pertahanan dalam negeri
Perekonomian	Merupakan pengaruh kondisi keuangan dalam negeri negara dalam pengadaan, pengoperasian dan perawatan terhadap kapal patroli

Dari kriteria yang ditentukan diatas dilakukan survey pada orang yang mengoperasikan kapal dan beberapa perwira AL yang ahli di bidang desain kapal patroli sehingga didapatkan hasil kriteria yang lebih diutamakan dalam menentukan material kapal patroli. Hasil kriteria ini yang digunakan untuk selanjutnya dilakukan analisis dengan metode Life Cycle Cost dan Metode Dematel.

1.MPerhitungan LCC (*Life Cycle Cost*)

$$LCC = C + M + O _ S$$

C = Biaya awal (*present cost*, rupiah)

M = Biaya perawatan (*annual cost*, rupiah/ tahun)

O = Biaya operasional (Biaya energi, Biaya Perjam Terbang, dan biaya personil, *annual cost*, rupiah/ tahun)

S = *Salvage value*/Biaya Depresiasi/ Nilai Sisa (*future cost*, /rupiah).

Tabel 4. 5 Biaya Pengadaan Kapal Patroli

Tipe kapal	Kelas Baja	Kelas Fiber	Kelas Alumunium
Biaya Pengadaan	54.850.000.000	19.212.500.000	105.660.000.000

Tabel 4. 6 Biaya Operasional

Kriteria	Kelas Baja	Kelas Fiber	Kelas Alumunium
Belanja Pegawai	1.772.769.744	1.554.984.180	1.783.437.768
Tunjangan Operasi	308.000.000	283.840.000	320.080.000
Kebutuhan Energi	21.308.379.504	17.292.774.400	20.320.856.800
jumlah	23.389.379.504	19.131.598.580	22.424.374.568

Nilai biaya operasional dari kapal patroli adalah merupakan biaya belaja pegawai (gaji ABK), biaya tunjangan yang didapatkan ABK selama melaksanakan operasi dan biaya energi (HSD, Oli, AT) selama beroperasi. Hal ini dapat dihitung dengan asumsi bahwa semua KRI melaksanakan kegiatan berdasarkan JOP/JOG dalam 1 tahun, yaitu 4 bulan melaksanakan perawatan dan 8 bulan melaksanakan operasi (layar + sandar/*stanby*). Sehingga didapatkan nilai tahunan operasional masing-masing tipe kapal patroli pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 7 Biaya Pemeliharaan

Biaya pemeliharaan	Kelas Baja	Kelas Fiber	Kelas Alumunium
Biaya Har Organik/tahun	100.000.000	68.000.000	96.000.000
Biaya Har Menengah/paket	1.819.190.000	1.276.520.000	1.512.560.000
Biaya Har Depo/paket	6.168.810.000	4.524.630.000	5.694.630.000
Jumlah Biaya Pemeliharaan	8.088.000.000	5.869.150.000	7.303.190.000

Nilai pemeliharaan adalah pemeliharaan yang sifatnya terencana atau tidak berdasarkan pemeliharaan darurat/*accident*. Pemeliharaan terencana dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu pemeliharaan organik, pemeliharaan menengah dan pemeliharaan depo. Nilai dari tiap-tiap pemeliharaan kapal patroli, didapatkan dari pemeliharaan yang telah dilaksanakan oleh Disharkap Armabar. Adapun nilai pemeliharaan dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4. 8 Total Pengeluaran Biaya

Kriteria	Biaya Tipe Kapal		
	Kelas Baja	Kelas Fiber	Kelas Alumunium
Biaya Pengadaan	54.850.000.000	19.212.500.000	105.660.000.000
Biaya Operasional	773.392.500.000	632.604.610.000	741.483.520.000
Biaya Pemeliharaan	84.111.530.000	52.169.030.000	74.460.440.000
Jumlah Pengeluaran	912.354.030.000	703.986.140.000	921.603.960.000
Nilai sisa	6.890.990.000	-	15.687.950.000
Jumlah Total pengeluaran	905.463.040.000	703.986.140.000	905.916.010.000

2.MPengolahan Data dengan DEMATEL

Metode DEMATEL dipergunakan untuk menyusun atau merumuskan hubungan antar kriteria menjadi model terstruktur yang mudah dipahami. Hasil akhir dari DEMATEL adalah hubungan keterkaitan antar kriteria, sebagai dasar dalam pengolahan ANP.

Pengolahan data menggunakan metode DEMATEL ini berguna untuk mengetahui hubungan keterkaitan antar tiap kriteria. Sebagai input pada metode ini adalah kuesioner yang telah diisi oleh responden berupa perbandingan berpasangan antar kriteria. Data hasil kuesioner merupakan data kualitatif yang dikuantitatifkan. Perhitungannya menggunakan bantuan Microsoft Excel, hasilnya pada tabel 4.9 sebagai berikut:

Tabel 4. 9 Pengolahan Metode Dematel

		Opsreq					Techreq				Biaya			Khusus			Jumlah
		AMN	CPT	TOT	SEN	ADL	NAV	PFO	SIN	LIS	ADA	OPS	RWT	POL	STR	EKO	
Opsreq	AMN	0,000	0,667	0,333	3,000	0,500	1,000	0,333	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000	2,500	0,000	0,500	11,833
	CPT	2,500	0,000	1,000	0,000	1,000	0,500	1,000	1,000	0,000	1,000	2,833	3,000	1,000	1,000	1,000	16,833
	TOT	0,333	0,000	0,000	0,333	0,167	2,500	2,000	0,667	1,000	0,000	0,000	0,000	1,000	3,167	2,167	13,333
	SEN	1,167	1,000	1,000	0,000	0,000	1,000	3,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3,000	0,000	1,000	12,167
	ADL	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	2,500	1,000	3,167	0,000	0,000	1,000	2,000	0,000	0,000	0,000	11,667
Techreq	NAV	3,000	1,000	1,000	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	0,000	3,167	0,333	0,833	1,000	1,000	15,333
	PFO	2,000	2,000	0,000	1,000	3,000	0,000	0,000	1,000	1,000	2,833	1,000	3,000	1,000	1,000	0,000	18,833
	SIN	1,500	3,000	1,000	0,000	1,000	2,500	0,500	0,000	0,000	1,000	1,167	1,167	1,000	1,000	0,500	15,333
	LIS	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	6,000
Biaya	ADA	1,000	1,000	2,333	1,000	3,000	0,000	2,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,833	1,000	1,000	2,000	16,167
	OPS	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	2,333	2,500	2,667	13,500
	RWT	3,333	2,500	1,000	1,000	2,500	2,000	0,000	1,000	1,667	0,000	0,500	0,000	1,000	0,000	2,000	18,500
Khusus	POL	2,000	0,000	0,833	2,000	3,333	0,000	0,000	0,000	0,167	2,667	3,167	0,000	0,000	2,000	1,000	17,167
	STR	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000	2,500	2,833	0,000	0,000	0,000	0,000	0,833	0,000	2,167	12,333
	EKO	0,000	0,500	2,000	2,167	0,000	1,000	2,000	1,000	0,000	2,833	2,000	2,000	3,000	2,000	0,000	21,500
Jumlah		20,833	12,667	13,500	14,500	15,500	14,000	17,333	14,667	6,833	11,333	15,833	13,333	18,500	14,667	17,000	

Tabel 4. 10 Matriks Pengolahan Dematel

		Opsreq					Techreq				Biaya			Khusus			D	D+R	D-R
		AMN	CPT	TOT	SEN	ADL	NAV	PFO	SIN	LIS	ADA	OPS	RWT	POL	STR	EKO			
Opsreq	AMN	0,1175	0,1020	0,0927	0,2268	0,1158	0,1195	0,1173	0,1243	0,0346	0,1219	0,1470	0,0671	0,2310	0,0903	0,1163	1,8242	4,9209	-1,2724
	CPT	0,2800	0,1113	0,1520	0,1403	0,1744	0,1408	0,1741	0,1651	0,0622	0,1462	0,2593	0,2327	0,2107	0,1704	0,1877	2,6072	4,5487	0,6656
	TOT	0,1484	0,0817	0,0874	0,1223	0,1044	0,1973	0,2065	0,1338	0,0921	0,0919	0,1144	0,0869	0,1705	0,2412	0,2022	2,0809	4,0776	0,0842
	SEN	0,1846	0,1267	0,1224	0,1064	0,1153	0,1254	0,2305	0,1320	0,0431	0,1009	0,1195	0,0886	0,2543	0,1018	0,1394	1,9908	4,3844	-0,4027
	ADL	0,1763	0,0946	0,0730	0,1324	0,0850	0,2001	0,1301	0,2215	0,0432	0,0661	0,1475	0,1605	0,1132	0,0801	0,0912	1,8148	4,1742	-0,5446
Techreq	NAV	0,2698	0,1335	0,1366	0,1656	0,1012	0,0918	0,1638	0,1416	0,0936	0,0925	0,2567	0,0990	0,1897	0,1586	0,1668	2,2608	4,3873	0,1342
	PFO	0,2767	0,2074	0,1161	0,1852	0,2830	0,1321	0,1407	0,1857	0,1013	0,2265	0,1861	0,2535	0,2088	0,1597	0,1451	2,8080	5,3724	0,2436
	SIN	0,2297	0,2277	0,1433	0,1206	0,1571	0,2144	0,1439	0,1125	0,0524	0,1351	0,1919	0,1518	0,1888	0,1602	0,1497	2,3791	4,6311	0,1270
	LIS	0,1048	0,0398	0,0815	0,0517	0,0929	0,0485	0,0932	0,0480	0,0241	0,0405	0,0477	0,0882	0,0591	0,0441	0,0910	0,9550	1,9933	-0,0832
Biaya	ADA	0,2017	0,1456	0,2026	0,1715	0,2575	0,1263	0,2251	0,1749	0,0550	0,1061	0,1312	0,1522	0,1958	0,1657	0,2115	2,5227	4,4207	0,6247
	OPS	0,1699	0,1177	0,1356	0,1583	0,1034	0,0862	0,1660	0,1001	0,0889	0,0998	0,1126	0,0853	0,2392	0,2194	0,2294	2,1119	4,6236	-0,3999
	RWT	0,3202	0,2133	0,1536	0,1870	0,2296	0,2126	0,1388	0,1716	0,1300	0,1066	0,1787	0,1137	0,2146	0,1230	0,2195	2,7129	4,6912	0,7347
Khusus	POL	0,2311	0,0908	0,1418	0,2200	0,2594	0,1114	0,1464	0,1294	0,0550	0,2078	0,2548	0,0933	0,1602	0,2070	0,1793	2,4879	5,4223	-0,4466
	STR	0,1729	0,0940	0,1280	0,1474	0,1020	0,1377	0,2179	0,2175	0,0449	0,0972	0,1119	0,0906	0,1669	0,1008	0,1917	2,0213	4,2970	-0,2543
	EKO	0,2133	0,1555	0,2299	0,2582	0,1786	0,1824	0,2700	0,1940	0,1177	0,2587	0,2525	0,2148	0,3316	0,2534	0,1822	3,2927	5,7958	0,7897
R		3,0966	1,9415	1,9967	2,3936	2,3594	2,1266	2,5644	2,2520	1,0382	1,8980	2,5118	1,9782	2,9345	2,2756	2,5031			

Matriks rata-rata merupakan matriks keterkaitan langsung yang diperoleh dengan melakukan proses arithmetic mean terhadap hasil kuesioner dari keenam responden. Tahapan selanjutnya adalah melakukan penormalan terhadap matriks keterkaitan secara langsung dengan mengalikan dengan konstanta ($k = 1/21,50$; $k = 0,046$). Setelah mendapatkan matriks keterkaitan secara langsung yang telah dinormalkan yaitu matriks M,

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

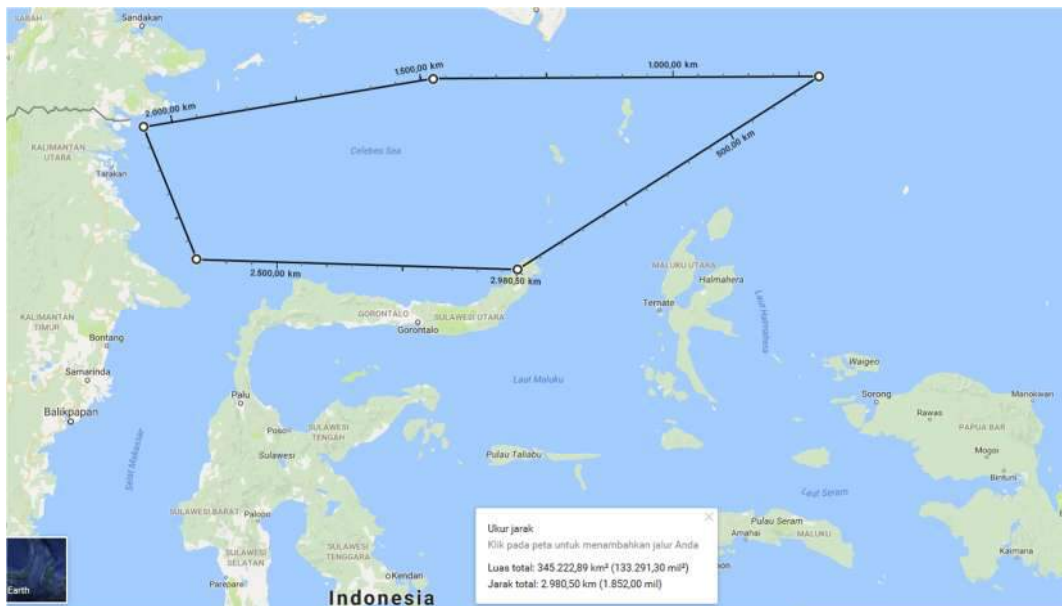
ANALISIS DAN PERHITUNGAN TEKNIS

V.1.D Analisis Kapal Patroli

Pada bab ini penulis akan menjelaskan tentang perhitungan desain kapal patroli yang terdiri dari skenario rute pelayaran, perhitungan payload, layout awal, analisis terhadap rasio dan koefisien bentuk kapal,

V.1.1. Rute Pelayaran

Rute pelayaran kapal diambil dekat dengan perbatasan antara Indonesia dengan Filipina. Jarak yang didapatkan untuk rute pelayaran 2980,05 km. Skenario pelayaran dari kapal patroli ditunjukkan gambar berikut :



Gambar V. 1 Rute Pelayaran

V.1.2. Penentuan *Payload* Kapal

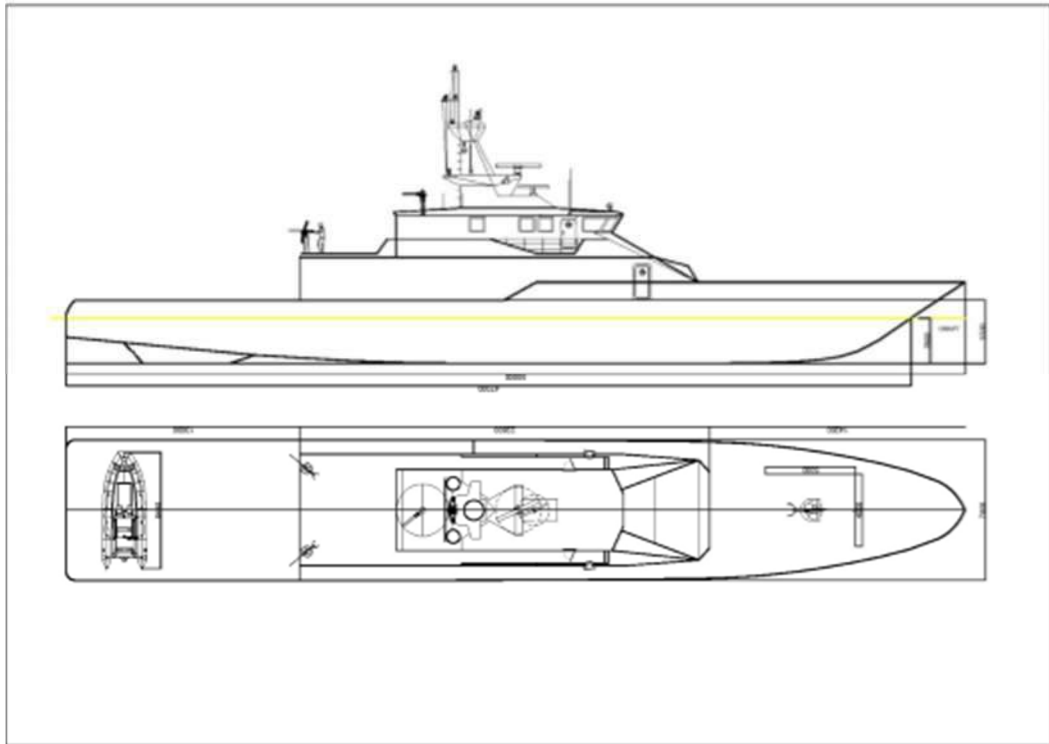
Dari data yang telah dimiliki berdasarkan dari jumlah berat dan luasan dari persenjataan dan perlengkapan didapatkan hasil pada Tabel berikut :

Tabel 5. 1 Payload

Payload	Jenis	Panjang	Lebar	Tinggi	Luas	Berat
		m	m	m	m ²	ton
Sonar Mounted Hull	Sonar Cabinet Unit	2,1	0,6	1,05	1,26	0,32
	Holsing Unit	4,7	1,2	1	5,64	2,3
	Hydrayulics Unit	1,4	1,2	1	5,64	2,3
	Indicator Unit	1	1,1	0,5	1,1	
	Power Supply Unit				0	0,225
Echo Sounder	HUGIN	5,5	1	1	5,5	10
Sidescan Sonar	Side Scan Sonar	1	0,2	0,2	0,2	0,007
CIWS	Gun Mount Above Deck	5,5	5,5	3,5	30,25	6,8
	Gun System	5	4	2,5	20	14
BOFOR	Deck Junction Boc					0,064
	Circulator Unit					0,026
Thales DA 08	Antena Control Cabinet	0,75	0,45	2	0,337	0,215
	Hydrayulics Unit	0,65	0,5	2	0,325	0,5
	Transmitter Cabinet	2,1	0,85	2	1,785	0,35
	Receiver Cabinet	1	0,72	2	0,72	0,35
	Remote Control	0,52	0,3	0,35	0,156	0,015
	Waveguide drier	0,7	0,7	0,75	0,49	0,083
ASIS NAVY 9,5 m	ASIS NAVY 9,5 m	10	3,5	5	35	2,9
		10	3,5	5	35	
					431,2	40,59

V.1.3. Layout Awal

Dalam mendesain sebuah kapal, diperlukan layout awal pada kapal untuk menunjukkan gambaran umum mengenai desain yang akan dibentuk., didapatkan ukuran utama awal berdasarkan dari luasan yang dibutuhkan untuk penempatan peralatan.



Gambar V. 2 Layout Awal Desain

Dari layout dapat ditentukan ukuran utama awal dari kapal patroli minimum adalah :

Lpp = 50 m
 B = 7,8 m
 T = 2,5 m
 H = 4,5 m

V.1.4. Analisis Terhadap Perhitungan Teknis

Setelah mendapatkan ukuran utama awal dilakukan analisis menggunakan metode regresi ukuran utama dari kapal – kapal yang sudah pernah dibangun berdasarkan payload yang sudah didapatkan.

Tabel 5. 2 Kapal Pembandingan

No.	kapal	Payload (ton)	L (m)	B (m)	T (m)
1	Dhofar Class	400	56,7	8,2	2,4
2	PB 57 Class	454	58,1	7,6	2,8
3	Tarantul 1 Class	485	56,1	11,5	2,5
4	Flamant Class	396	54,8	10	2,8
5	Haiqing Class	486	62,8	7,2	2,4
6	Houjian	528	65,4	8,4	2,4

7	Haijiu	498	64	7,2	2,2
8	Cyclone Class	385	54,6	7,9	2,4
9	Sonya Class	450	48	8,8	2
10	Stollergrund	450	33,5	9,2	3,2
11	Lurssen Class	389	58,1	7,6	2,8
12	Patrol Ship	406	45,7	8,8	2,4
13	OPV 54 Class	374	54	10	2,8
14	Huangpu Class	430	60	8,2	4,5

Dari hasil regresi kapal pembanding didapatkan ukuran utama kapal sebagai berikut :

Lpp = 50,8 m

Lebar (B) = 7,84 m

Sarat (T) = 2,53 m

V.1.5. Rasio Bentuk Kapal

Setelah didapat ukuran utama awal kapal yang akan dibuat, dilakukan perhitungan ratio ukurang utama kapal, perhitungan ini digunakan untuk mengetahui ratio antara panjang, lebar dan tinggi apakah sudah sesuai dengan batas yang ditetapkan. Berdasarkan data – data yang diketahui diawal dapat dihitung ratio ukuran utama kapal seperti pada tabel dibawah ini

Tabel 5. 3 Rasio Bentuk Kapal

Dimention Ratio			
1. Lenght to Beam ratio (L/B)			
L/B =	6,512821		<i>Ref: PNA Vol. I, page 19</i>
accept	→	6 - 9,5	
2. Beam to Draft ratio (B/T)			
B/T =	3,083004		<i>Ref: PNA Vol. I, page 19. and Parametric Design Chap. 11, page 9.</i>
accept	→	2,8 - 3,2	
3. Lenght to Draft ratio (L/T)			
L/T =	20,07905		<i>Ref: PNA Vol. I, page 19.</i>
accept	→	10 - 30	

V.1.6. Koefisien Bentuk Kapal

Selanjutnya setelah ratio ukuran utama sudah sesuai dengan yang syaratkan, peneliti melakukan pengecekan koefisien bentuk kapal dengan yang disyaratkan untuk kapal *frigate*, perhitungan koefisien bentuk kapal didapat dari data awal kapal serta ratio ukuran utama kapal . berdasarkan data-data yang diketahui di awal dapat dihitung koefisien bentuk kapal seperti dibawah ini :

•M Froude Number	=	0,716
•M Cb	=	0,513
•M Cm	=	0,785
•M CP	=	0,654
•M Cwp	=	0,791

V.2.D Perhitungan Teknis

Pada sub bab ini menjelaskan perhitungan teknis desain kapal patroli yang terdiri dari : analisis hambatan kapal, analisis kebutuhan daya penggerak kapal, analisis pemilihan mesin penggerak kapal, estimasi titik berat, kalkulasi lambung timbul, analisis stabilitas kapal, pemeriksaan kondisi trim, desain Rencana Garis, desain Rencana Umum, desain Safety Plan, dan pemodelan 3D.

V.2.1. Analisis Hambatan Kapal

Peneliti menggunakan rumus pendekatan dalam menghitung hambatan kapal dari penelitian ini. Rumus Hambatan Total :

$$RT = 1/2 \rho V^2 S_{Tot} [C_F (1+k) + C_A] + R_W / W * W$$

dimana,

ρ = Sea water density (Masa jenis air laut)

V = Ship velocity (Kecepatan kapal)

S_{tot} = Total wetted surface of bare hull (Luas total permukaan basah)

C_F = Frictional Coefficient (Koefisien gesek)

$(1+k)$ = Form factor of bare hull (Faktor bentuk lambung)

C_A = Model-ship correlation allowance

R_W/W = Wave-making resistance

W = Weight Displacement (Displasemen ton)

a) $M_{Wave Making Resistant R_w}$

$$\begin{aligned} RW / W &= C_1 C_2 C_3 e^{m_1} \times F_n^d + m_2 \cos(\lambda F_n - 2) \\ &= 57,54078072 \text{ kN} \end{aligned}$$

b) $M_{Faktor Bentuk Lambung (1+k)}$

$$\begin{aligned} 1+k &= 1+k_1 + [1+k_2-(1+k_1)]S_{app}/S_{tot} \\ &= 2,819789337 \end{aligned}$$

c) $M_{Perhitungan CF}$

$$CF = 0,0011$$

d) $M_{Perhitungan CA}$

$$CA = 0,000663$$

e) $M_{Perhitungan CVS}$

$$CVS = 0,003711463$$

Jadi $RT = 112,0158497 \text{ kN}$ dan margin 13% sehingga $RT_{total} = 128,8182272 \text{ kN}$.

V.2.2. Analisis Kebutuhan Daya Penggerak Kapal

Kebutuhan daya penggerak kapal BHP (Break Horse Power) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$a) M_{Perhitungan Efektif Power (P_E)} = 1066,425589 \text{ HP}$$

$$b) M_{Perhitungan Delivered Power(PD)} = 2071,432854 \text{ HP}$$

$$c) M_{Shaft Power (P_s)} = 2863,749212 \text{ HP}$$

$$\begin{aligned} P_B &= P_s / \eta_t \\ &= 3938,015032 \text{ HP} \end{aligned}$$

Perhitungan BHP atau P_B digunakan untuk menentukan besar daya mesin yang akan dipilih akan tetapi ada tambahan margin untuk mendapatkan daya yang akan dipilih yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Voyage Margin} &= \text{perairan Indonesia} \\ &= 10\% \end{aligned}$$

$$P_B = 4331,816536 \text{ HP}$$

MCR = Margin pada power yang disebabkan oleh penambahan power design margin

$$MCR = P_B \times (1 + MD) / (1 - MS)$$

$$= 5168,64473 \text{ HP (digunakan untuk memilih mesin penggerak propeller).}$$

V.2.3. Analisis Pemilihan Mesin Penggerak Kapal

Kapasitas mesin yang dipilih harus memenuhi jumlah power yang telah dihitung yaitu

$$\begin{aligned} \text{Preq} &= 3854,258375 \text{ kW} \quad (\text{untuk keadaan pengejaran}) \\ &= 5168,64473 \text{ HP} \\ \text{Preq} &= 1927,129188 \text{ kW} \quad (\text{untuk keadaan perjalanan}) \\ &= 2584,322365 \text{ HP} \end{aligned}$$

Data spesifikasi Engine yang dipilih adalah :

Type of engine	=	12V 4000 M73
Flywheel Hoursing	=	SAE 00
Rated Power ICFN (kW/BHP)=		1920/2575
Rate Speed (rpm)	=	1970
Bore/Stroke (mm/in)	=	170/190 mm 6,7/7,5 inch
Gearbox Type	=	IMO/EPA 2

Konsumsi Bahan Bakar

$$\text{at rate power (liter perjam / gal perjam)} = 490,4 / 129,6$$

Dimensi dan Berat Mesin

Panjang	=	2840 mm
Lebar	=	1465 mm
Tinggi	=	2150 mm
Berat	=	8000 ton

V.2.4. Estimasi Berat Kapal

Berat kapal terdiri dari LWT (berat muatan kosong) dan DWT (berat muatan kapal dan komponen yang dapat dipindahkan dari kapal) yang ditunjukkan berikut :

Tabel 5. 4 Rekapitulasi Berat Kapal

Muatan Kapal (Payload)	=	40,455	ton
Kru dan Provision			
1. Berat kru	=	22,5	ton
2. Berat air tawar	=	35,7	ton
3. Berat Provision dan Store	=	2,1	ton
Bahan bakar permesinan			
1. Heavy fuel oil	=	57,22603	ton
2. marine diesel oil	=	11,44521	ton
3. Lubrication oil	=	1,200762	ton

TOTAL DWT	=	170,627	ton
Berat Alumunium	=	166,93	ton
Berat Peralatan	=	67,31948	ton
Berat Propulsi dan mesin		26,06121	ton
Total LWT	=	260,31	ton

Perhitungan estimasi berat kapal ini selengkapnya dapat dilihat di lampiran.

V.2.5. Pemeriksaan Trim

Pemeriksaan kondisi trim ini mengacu pada (*International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974*), dimana batasan besar trim yang diizinkan adalah 0,5% LWL. Berikut ini merupakan Tabel 5.6 Rekapitulasi perhitungan trim. Untuk detail perhitungan dapat dilihat pada Lampiran.

Tabel 5. 5 Rekapitulasi trim

Kondisi	Nilai	Satuan
KB	1,53	m
BMT	2,56	m
BML	88,07	m
GML	86,52	m
Trim	0,135	m

V.2.6. Perhitungan Lambung Timbul

Berikut merupakan tabel 5.7 rekapitulasi perhitungan lambung timbul berdasarkan regulasi IMO,1966 :

Tabel 5. 6 Rekapitulasi Lambung Timbul

Komponen	Nilai	Satuan
1. Tipe kapal	Tipe B	
2. Lambung timbul untuk kapal patroli	0	mm
3. Perhitungan lambung timbul standar.	443	mm
4. Koreksi lambung timbul untuk kapal dibawah 100 m.	-30,6531	mm
5. Koreksi koefisien blok (Cb)	0,875	mm

5. Koreksi bangunan atas dan <i>trunk</i>	-19,3254	mm
TOTAL Minimum Lambung Timbul (mm)	393,8964	mm
Lambung timbul desain	1968	mm
Status	Accepted	

Detail perhitungan lambung timbul kapal dapat dilihat di lampiran.

V.2.7. Perhitungan Stabilitas Kapal

Perhitungan stabilitas kapal menurut kriteria IMO ini dibantu dengan menggunakan software *maxsurf stability*. Tabel 5.7 berikut ini merupakan rekapitulasi hasil perhitungan yang sudah dilakukan dan detail perhitungan dapat dilihat di lampiran.

Tabel 5. 7 Rekapitulasi Stabilitas Kapal

Kondisi kapal	Area 0 - 30	Area 0 - 40	Area 30 - 40	Max GZ ≥ 30	Initial GMt	Turn:angle of eq	Angle of max GZ
loadcase 1	pass	pass	pass	pass	pass	pass	pass
loadcase 2	pass	pass	pass	pass	pass	pass	pass
loadcase 3	pass	pass	pass	pass	pass	pass	pass
loadcase 4	pass	pass	pass	pass	pass	pass	pass
loadcase 5	pass	pass	pass	pass	pass	pass	pass
loadcase 6	pass	pass	pass	pass	pass	pass	pass
loadcase 7	pass	pass	pass	pass	pass	pass	pass

Keterangan :

Loadcase 1 : kapal kosong (tanpa *payload* dan *consumable*)

Loadcase 2 : kapal *full payload*, kru, dan 100% *consumable*

Loadcase 3 : kapal *full payload*, kru dan 50% *consumable*

Loadcase 4 : kapal *full payload*, kru dan 10% *consumable*

Loadcase 5 : kapal *no payload*, 100% *consumable*

Loadcase 6 : kapal *no payload*, 50% *consumable*

Loadcase 7 : kapal *no payload*, 10% *consumable*

V.2.8. Pembuatan Linesplan dan Rancangan Umum

Dalam pembuatan Rencana Garis ini digunakan software *Maxsurf 20*. Caranya adalah dengan perpaduan antara *Maxsurf* dengan *AutoCAD*. Pada program software *Maxsurf* tersebut

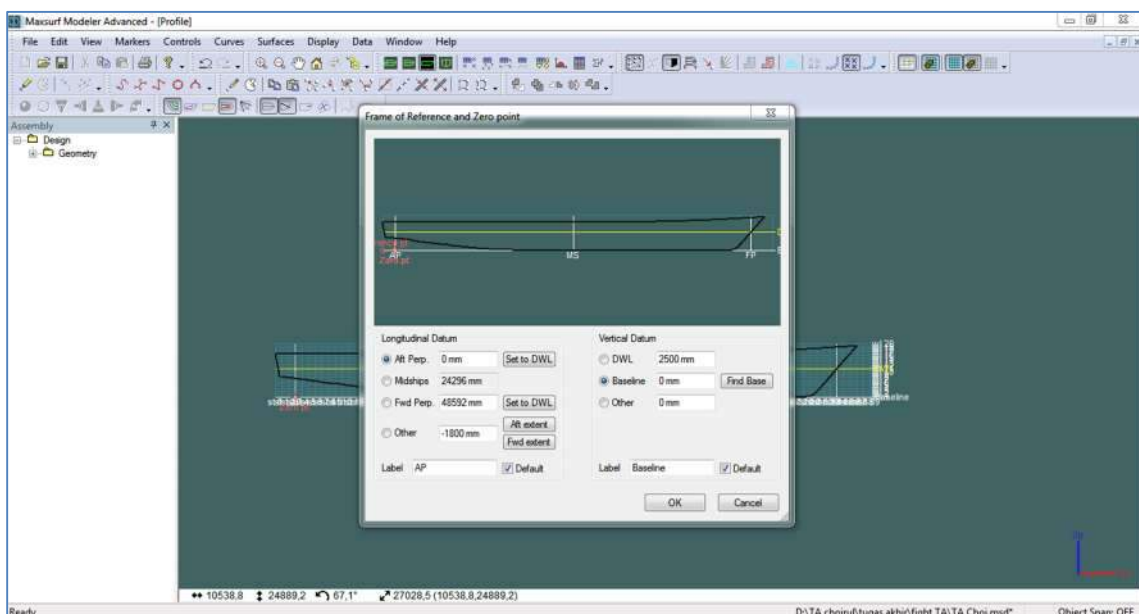
juga disediakan beberapa desain dasar kapal, seperti Tanker Bow, series 60, ship 1, ship 2, ship 3 dan sebagainya. Dengan memanfaatkan desain dasar tersebut (berupa bagian bentuk kapal), maka bisa dibuat bagian kapal lainnya dengan menggunakan bentuk-bentuk dasar seperti model kapal yang dipilih.

1. MLinesplan

Rencana Garis untuk barge ini dibuat dengan memodelkan desain awalnya dengan membuat waterplane. Kemudian membuat model menjadi desain yang sesuai dengan karakteristik *frigate*. Sehingga diperoleh gambaran karakteristik awal model.

Dari model kemudian dimasukkan ukuran yang diinginkan, maka bentuk garis baru telah didapatkan. Penggunaan metode ini harus memperhatikan beberapa aspek. Yaitu tipe kapal, C_b , dan L_{cb} . Rencana Garis yang akan dibuat tidak boleh memiliki nilai C_B dan L_{cb} yang berbeda jauh dari desain awal. Kemudian dilakukan penentuan *zero point*. Pada perancangan ini *zero point* ditentukan pada base line di AP. Selanjutnya *zero point* tersebut diaplikasikan ke desain.

Pada proses ini dilakukan juga penentuan sarat *frigate* dan penentuan panjang *perpendicular*. adalah proses *parametric transformation*. Dengan memasukkan batasan yang sesuai perhitungan, maka *Maxsurf* akan menentukan bentuk kapal yang sesuai dengan perhitungan tersebut.



Gambar V. 3 Frame of Reference

Hasil dari desain *linesplan* *Maxsurf* tersebut terdapat poin-poin yang digunakan untuk menentukan bentuk *linesplan* kapal, poin-poin tersebut diatur agar membentuk *linesplan*

Design Grid

Label	Station	mm	Split
1	st 0	-1000.0	
2	st 1	-1200.0	
3	st 2	-600.0	
4	st 3	0.0	
5	st 4	600.0	
6	st 5	1200.0	
7	st 6	1800.0	
8	st 7	2400.0	
9	st 8	3000.0	
10	st 9	3600.0	
11	st 10	4200.0	
12	st 11	4800.0	

☒ Sections
☐ Buttocks
☐ Waterlines
☐ Diagonals

Add Delete
 Sort Space

OK Cancel

Penentuan jumlah waterline, buttock line, dan station ditentukan di maxsurf. Dengan memasukkan jumlah garis dan jarak antar garis pada data-grid spacing, maka bentuk body plan, sheer plan, dan half breadth plan bisa terlihat dengan jelas. Ditentukan jumlah station yaitu 20 buah termasuk AP dan FP. Dengan jarak station 5,5 m. Jumlah waterline ditentukan 10 buah. Dengan jarak waterline 0.5 m dan sarat 2,5 m. Untuk jumlah garis *buttock* ditentukan 6 buah dengan jarak sama selebar kapal.

Measurement	Value	Units
1 Displacement	500.5	m
2 Volume (displaced)	657070034	mm ³
3 Draft Airship's	250.0	mm
4 Immersed depth	2500.0	mm
5 Vol. Length	59102.2	mm
6 Beam max external s	7541.1	mm
7 Verted Area	425933916	mm ²
8 Max sect. area	5222510.2	mm ²
9 Waterl. Area	217239500.	mm ²
10 Prismatic coeff (Cp)	0.774	
11 Block coeff (Cb)	0.528	
12 Max Sect. area coeff	0.890	
13 Waterl. area coeff	0.692	
14 LCB length	36120.0	mm from z
15 LCF length	21264.1	mm from z
16 LCB %	45.459	mm from z
17 LCF %	42.47	mm from z
18 KB	1620.6	mm
19 KG fluid	0.0	mm
20 BM	2461.0	mm
21 BWL	173747.8	mm
22 GRI corrected	4561.6	mm
23 OBL	118973.6	mm
24 KBI	4505.4	mm
25 KSL	118973.6	mm
26 immersion (TPK)	5.445	tonnes
27 WFL	52.475	tonnes
28 RI at Lcbg + GMK D	40646.4	tonnes

Density (water) 1.026000

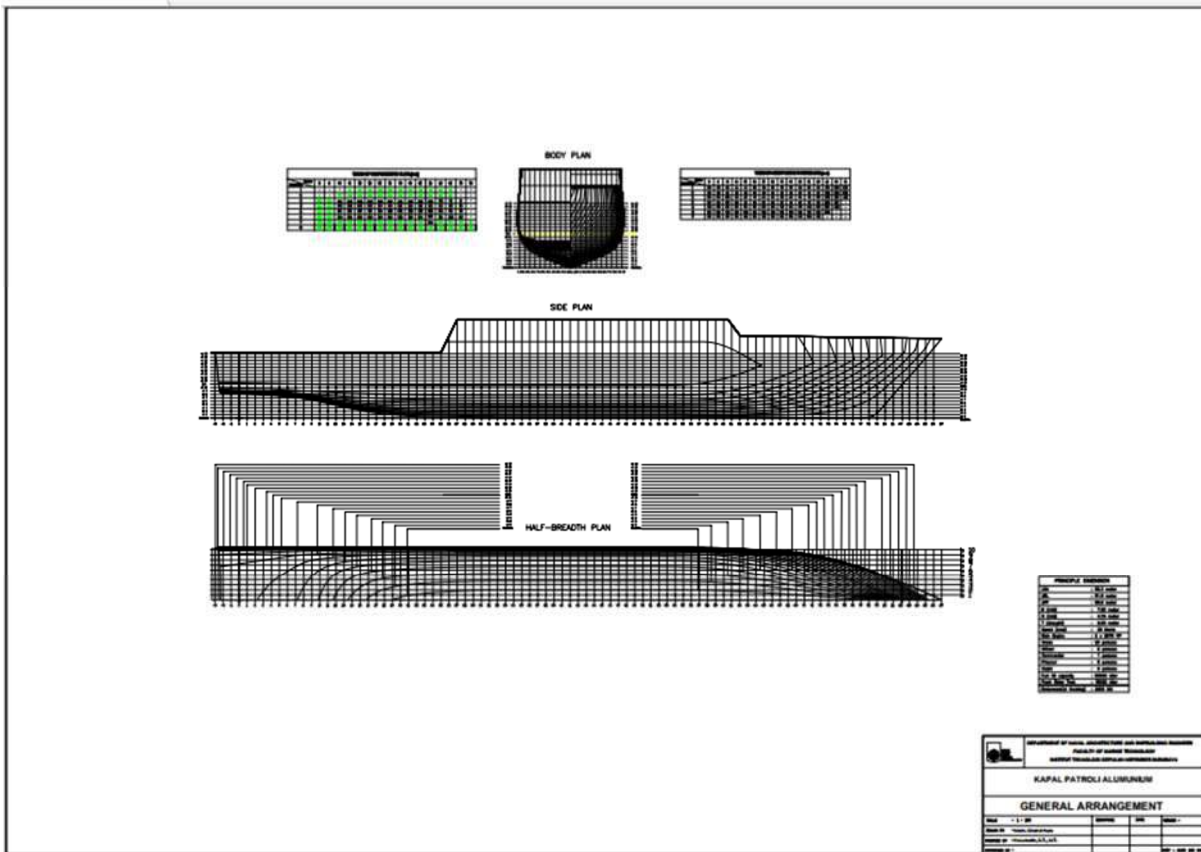
Sd densities 0.000000 "3". Sd. Metric sea water (1025 kg/m³)

VCG 0 mm Recalculate

Select Rows... Done

Karakteristik lambung pada *software maxsurf* disesuaikan dengan perhitungan yang sudah dilakukan sebelumnya. Hasil inilah yang digunakan peneliti untuk membuat gambar

linesplan, gambar *general arrangement*, dan model 3 dimensi. Gambar 5.6 merupakan hasil dari gambar *linesplan* yang dibuat oleh peneliti dalam tugas akhir ini.



Gambar V. 6 *Linesplan*

2.MDesain Rencana Umum (*General Arrangement*)

Rencana umum dapat didefinisikan sebagai gambar perencanaan dan pembagian ruang untuk semua kebutuhan dan perlengkapan kapal sesuai lokasi dan akses yang dibutuhkan. Rencana umum dibuat berdasarkan rencana garis yang telah dibuat sebelumnya. Dengan rencana garis, secara garis besar bentuk badan kapal akan terlihat sehingga memudahkan dalam merencanakan serta menentukan pembagian ruangan sesuai dengan fungsinya masing-masing. Rencana Umum berisi perencanaan peletakan muatan, peletakan perlengkapan dan peralatan, pembagian sekat, dan sebagainya. Berikut merupakan pertimbangan yang dilakukan dalam penentuan Rencana Umum :

3.MSekat

Berdasarkan rules BKI kapal dengan panjang 50,8 m dengan kamar mesin ditengah, dibutuhkan jumlah sekat minimal 4.

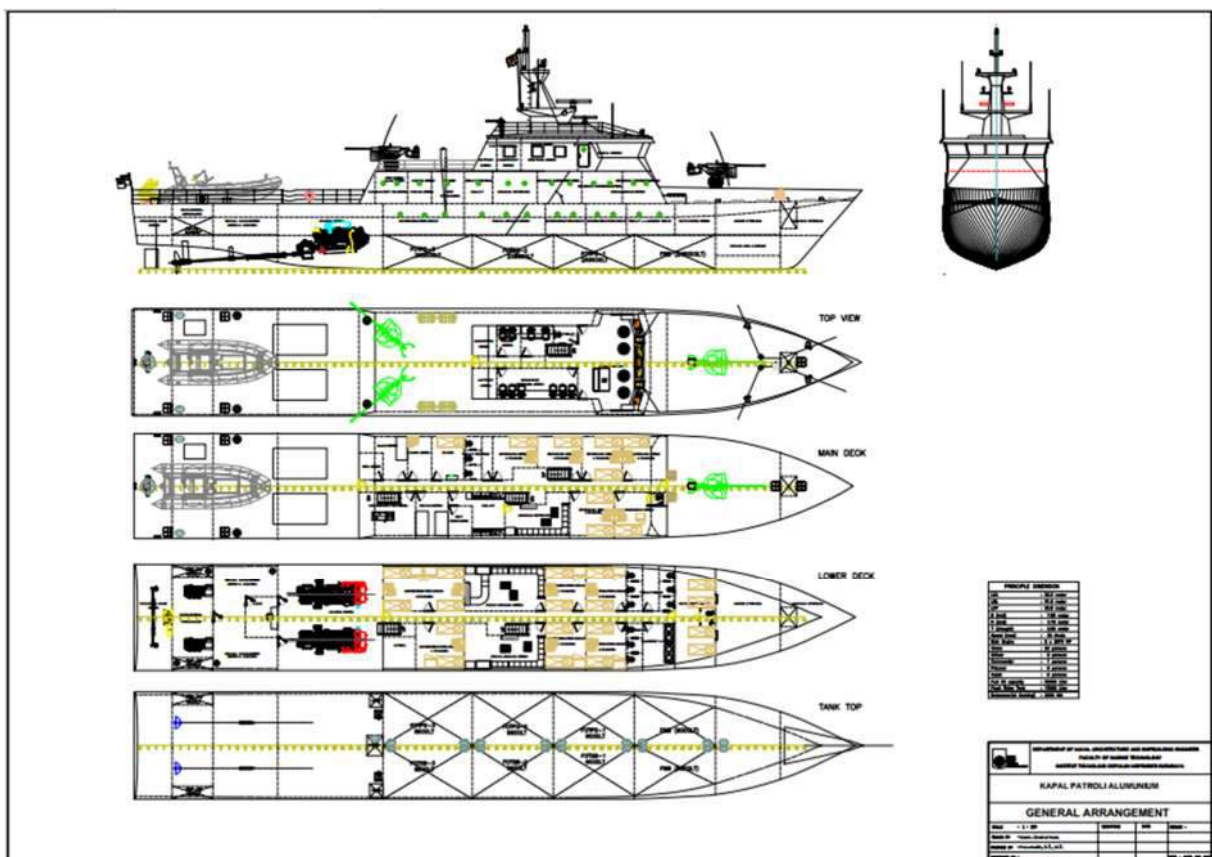
4.MPerencanaan Ruangan

Jumlah kru yang direncanakan adalah 31 orang ditambah 8 orang *prisoner*. Oleh karena itu, perlu adanya perencanaan ruang tidur untuk semua kru tersebut. Penentuan luasan ruangan berdasarkan jabatan dari masing-masing kru. Karena kapal yang di desain merupakan *patrol ship*, tidak mengacu pada peraturan yang berlaku.

5.MPerencanaan Lampu Navigasi

Perencanaan lampu mengacu pada COLREG. Untuk kapal patroli yang harus memiliki minimal *towing light*, *side light*, *anchor light* dan *stern light*.

- M *Anchor Light* : *Anchor light* terletak di bagian haluan kapal.
- M *Side light* : *Side light* terletak di bagian ujung tepi haluan, dengan terpasang pada kedua sisi kapal.
- M *Stern Light* : *Stern light* terletak di bagian belakang kapal.



Gambar V. 7 Rancangan Umum

Gambar 5.7 menunjukkan gambar rancangan umum yang telah didesain oleh peneliti dalam tugas akhir ini.

V.2.9. Model 3 Dimensi Sketchup

Tahapan berikutnya adalah membuat permodelan 3 dimensi dari kapal ini. Permodelan 3D dibuat menggunakan bantuan *software Sketchup*. Hasil dari permodelan 3D dapat dilihat pada lampiran dan Gambar 5.8.



Gambar V. 8 Model 3 Dimensi

V.3.D Analisis Biaya Pembangunan Kapal Dan Biaya Operasional

Pada Subbab ini dilakukan analisis biaya pembangunan kapal dan operasional kapal.

V.3.1. Analisis Biaya Pembangunan Kapal

Pada subbab ini dilakukan perhitungan biaya pembangunan hanya berdasarkan harga item-item yang dipasang yang sudah direncanakan. Perhitungan biaya pembangunan belum termasuk biaya jasa pemasangan dan jasa pembangunan.

Tabel 5. 8 Rekapitulasi Biaya Pembangunan

No.	URAIAN	Harga
A	<u>LAMBUNG</u>	Rp 11.620.000.000
B	<u>PERLENGKAPAN LAMBUNG</u>	Rp 4.530.000.000
C	<u>SISTEM PERMESINAN</u>	Rp 21.740.000.000
D	<u>SISTEM KELISTRIKAN</u>	Rp 3.045.000.000
E	<u>SISTEM PIPA DAN TANGKI</u>	Rp 1.625.000.000
F	<u>AKSES DAN VENTILASI</u>	Rp 386.400.000
G	<u>AKOMODASI</u>	Rp 1.208.900.000
H	<u>PAINTING/PENGECATAN</u>	Rp 1.701.000.000
I	<u>NAVIGASI, KOMUNIKASI, SAFETY</u>	
I-1	# Peralatan Navigasi	Rp 182.000.000
I-2	# Peralatan Komunikasi	Rp 482.000.000

I-3	# Peralatan & Perlengkapan Keselamatan	Rp 1.599.000.000
Biaya Produksi 1 Unit Kapal Patroli		Rp 48.119.300.000

Untuk detail perhitungan dapat dilihat pada lampiran.

V.3.2. Analisis Biaya Operasional Kapal

Pada susbab ini peneliti melakukan perhitungan biaya operasional kapal berdasarkan skema trip kapal yang terdiri dari biaya operasional pertahun kapal, biaya pemeliharaan pertahun kapal, kebutuhan bahan bakar kapal, dan gaji kru.

Tabel 5. 9 Skema Trip Kapal

Perhitungan Trip Kapal Patroli		jumlah	satuan	jumlah	satuan
rute pelayaran kapal patroli	=	1700	NM	2980,5	km
kecepatan	=	15	knot	29,632	km/jam
waktu tempuh	=			100,584	jam
waktu/hari	=			4,191	hari

Biaya operasional dari kapal patroli merupakan biaya belanja pegawai (gaji ABK), biaya tunjangan yang didapatkan ABK selama melaksanakan operasi dan biaya energi (HSD, Oli, AT) selama beroperasi. Hal ini dapat dihitung dengan asumsi bahwa semua KRI melaksanakan kegiatan berdasarkan JOP/JOG dalam 1 tahun, yaitu 4 bulan melaksanakan

Tabel 5. 10 Biaya Operasional pertahun

Biaya operasional pertahun kapal alumunium		
1. Belanja pegawai	=	1.783.437.000
2. Tunjangan Operasi	=	320.080.000
3. Kebutuhan Energi	=	20.320.856.800
Total	=	22.424.373.800

Nilai pemeliharaan adalah pemeliharaan yang sifatnya terencana atau tidak berdasarkan pemeliharaan darurat/*accident*. Pemeliharaan terencana dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu pemeliharaan organik, pemeliharaan menengah dan pemeliharaan depo. Nilai dari tiap-tiap pemeliharaan kapal patroli, didapatkan dari pemeliharaan yang telah dilaksanakan oleh Disharkap Armabar. Adapun nilai pemeliharaan dapat dilihat pada

Tabel 5. 11 Biaya Pemeliharaan

Biaya Pemeliharaan Kapal aluminium		Total
1. Biaya Har Organik /th	=	96.000.000
2. Biaya Har Menengah /th	=	1.512.560.000
3. Biaya Har Depo/paket	=	5.694.630.000
Total	=	7.303.190.000

Tabel 5. 12 Kebutuhan Bahan Bakar

Bahan Bakar Diesel		Jumlah	Satuan	Harga	Total
Asumsi operasional diesel	=	1	trip	-	-
Kebutuhan Fuel Oil	=	606.208	Liter/trip	6.125	3.713.023.500
Kebutuhan Marine Diesel Oil	=	108.043	Liter/trip	6.500	702.277.809
Kebutuhan Lubricating Oil	=	13.052	Liter/trip	27.000	352.397.400
Total Jumlah Harga =					4.767.698.710

Tabel 5. 13 Gaji Kru

Gaji pokok Kru		Jumlah	satuan	gaji
Komandan	=	1	orang	5.646.000
Perwira KKM	=	1	orang	5.474.900
Perwira Palaksa	=	1	orang	5.474.901
Perwira	=	6	orang	4.992.000
Bintara	=	17	orang	3.839.000
Tamtama	=	20	orang	2.819.000
Total Jumlah Gaji =				28.245.801

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1.DKesimpulan

Pada Tugas Akhir ini dilakukan analisis secara teknis pada desain kapal patroli alumunium untuk wilayah Indonesia bagian timur. Berdasarkan hasil analisis teknis yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1.MDari hasil analisis teknis berupa proses pengecekan, maka didapatkan ukuran utama sebagai berikut:
 - M Length of waterline (LWL) : 52,8 meter
 - M Length of perpendicular (LPP) : 50,8 meter
 - M Breadth (B) : 7,83 meter
 - M Height (H) : 4,78 meter
 - M Draught (T) : 2,54 meter
- 2.MGambar desain Lines Plan dapat dilihat pada lampiran
- 3.MGambar desain Rencana Umum dapat dilihat pada Lampiran
- 4.MGambar pemodelan 3D dapat dilihat pada Lampiran

VI.2.DSaran

Saran yang dapat diberikan pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

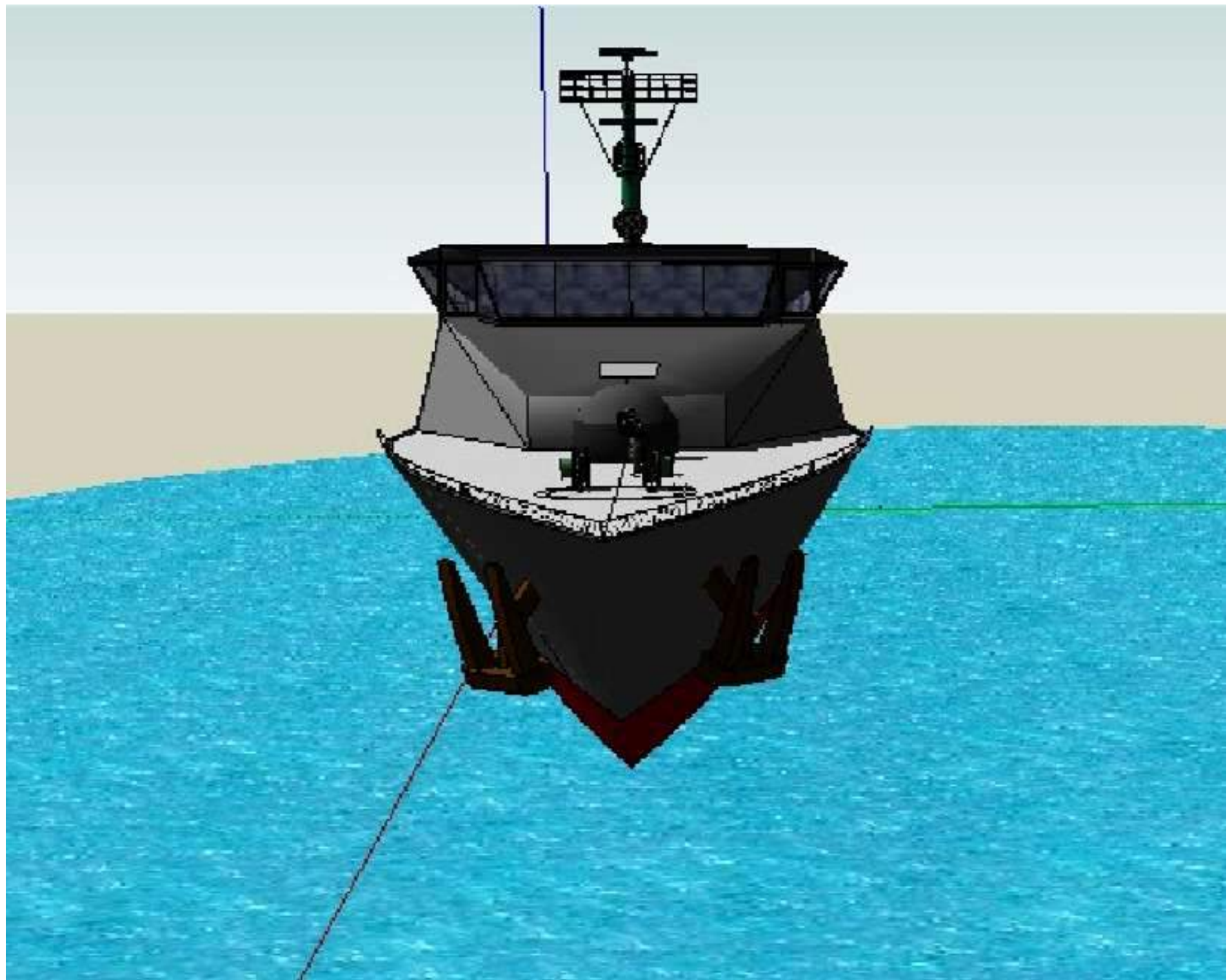
- 1.MKarena permasalahan dalam Tugas Akhir ini merupakan hasil analisis terhadap salah satu peningkatan keamanan di Perairan Indonesia bagian timur. Perlu adanya peninjauan lebih lanjut terhadap aspek konstruksi dan kekuatan kapal mengingat pada Tugas Akhir ini masih banyak digunakan perhitungan secara pendekatan.
- 2.MHasil analisis dan perlengkapan kapal ini didesain untuk mengatasi masalah di permukaan laut, maka perlu adanya analisis lebih lanjut untuk mengatasi masalah yang ada didalam dan diatas permukaan laut.

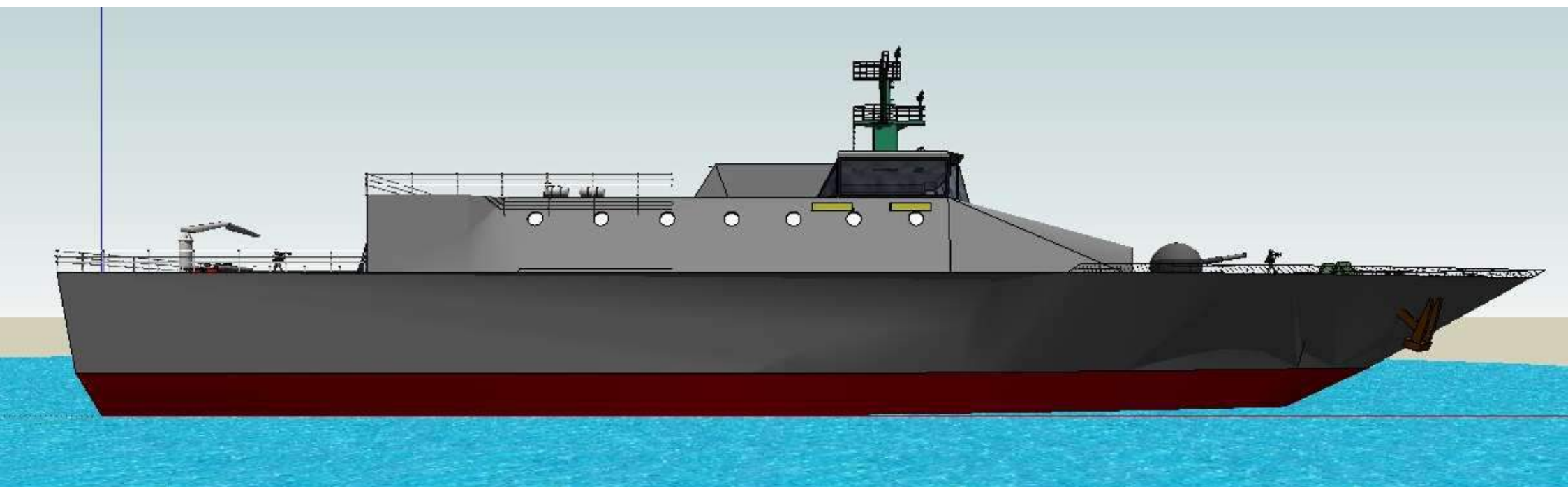
Halaman ini sengaja dikosongkan

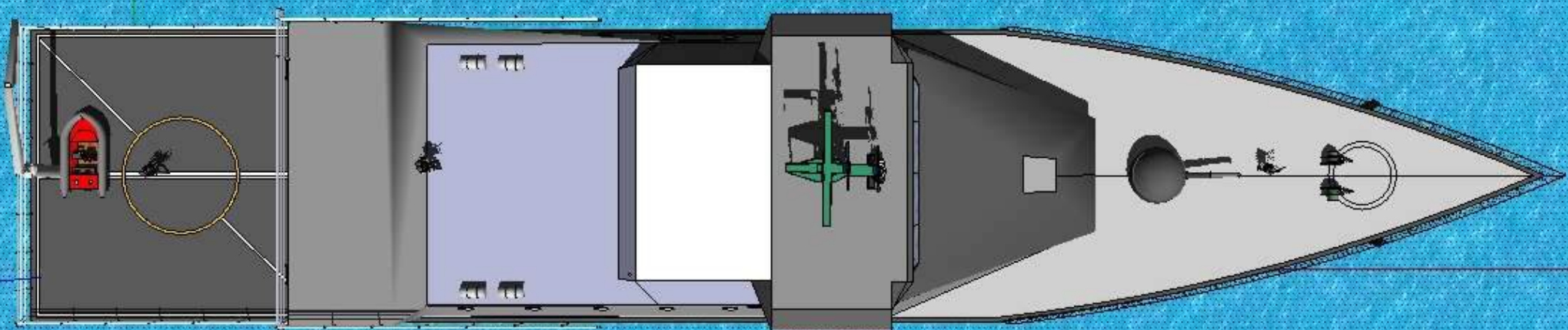
DAFTAR PUSTAKA

- Biro Klasifikasi Indonesia. (2006). *Rules For The Classification and Construction of Seagoing Steel Ships Vol II Rules For Hull*. Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia.
- IMO. (1966). *International Convention on Load Lines*. London: Lloyd's Register.
- Lewis, E. V. (1988). *Principles of Naval Architecture Vol I Stability and Strength*. New Jersey: The Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- Lewis, E. V. (1988). *Principles of Naval Architecture Volume II*. Jersey City: The Society of Naval Architectures and Marine Engineers.
- Manning, G. C. (n.d.). *The Theory ad Technicque of Ship Design*.
- Parsons, M. G. (2001). *Parametric Design, Chapter 11*. Michigan: University of Michigan.
- Prof. Ir. W.J.Vlasblom. (2007). Trailing Suction Hopper Dredger. *Designing Dredging Equipment* , 42-43.
- Suhardjito, G. (n.d.). Tentang Rencana Umum. Digital Handout.
- Teacher Buet. (2015, December 23). *Name 323: Resistance and Propulsion of Ships*. Retrieved April 24, 2016, from http://teacher.buet.ac.bd/mmkarim/name_323.htm
- Watson, D. (1998). *Practical Ship Design*. Oxford: Elsevier.
- Widjatmiko, Dewangga Aradea. (2017). *Desain Multi-purpose Support Ship sebagai Sarana Pengamanan, Pemetaan, dan Pusat Komando untuk Meningkatkan Keamanan Perairan Indonesia*. Surabaya : ITS.

LAMPIRAN A
LINESPLAN, RANCANGAN UMUM, MODEL 3D,
SPEKIFIKASI MESIN,BOFOR, DAN MILITARY BOAT



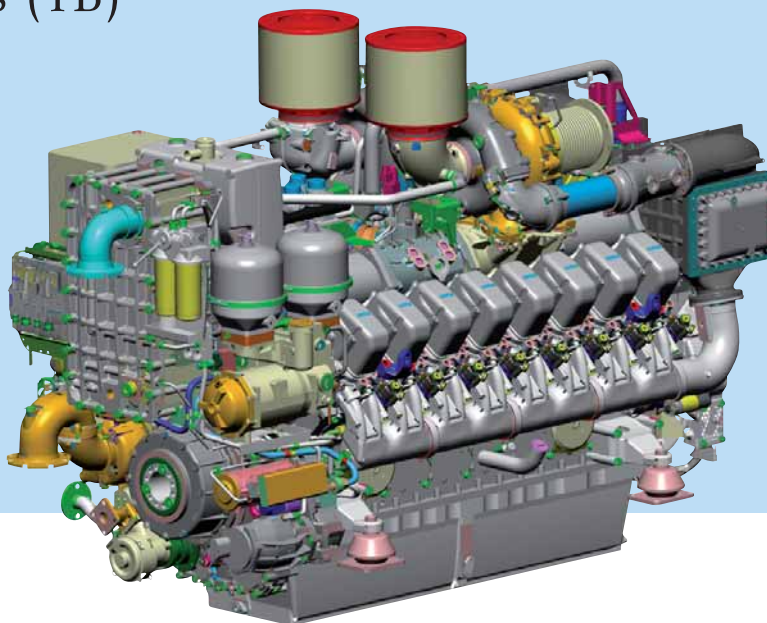




12V 4000 M73/M73L Diesel Engines

for fast vessels

with high Load Factors (1B)



Typical examples:

Ferries (e.g. single-hull vessels, hydrofoils, catamarans, hovercraft) and yachts

Engine type		12V 4000 M73	12V 4000 M73L
Rated power ICFN	kW (bhp)	1920 (2575)	2160 (2895)
Speed	rpm	1970	2050
Number of cylinders		12	12
Bore/stroke	mm (in)	170/190 (6.7/7.5)	170/190 (6.7/7.5)
Overall displacement	l (cu in)	51.7 (3155)	51.7 (3155)
Flywheel housing		SAE 00	SAE 00
Gearbox type ²⁾		ZF 7600	ZF 7600
Optimization of exhaust emissions ¹⁾		IMO/EPA 2	IMO/EPA 2

Fuel consumption *		12V 4000 M73	12V 4000 M73L
at rated power	g/kWh	212	215
	l/h (gal/h)	490.4 (129.6)	559.5 (147.8)

* Tolerance +5% as per ISO 3046, diesel fuel as per DIN EN 590 with a lower heating value of 42800kJ/kg (18390 BTU/lb)

¹⁾ IMO - International Maritime Organization

EPA - US marine directive 40 CFR 94, with NTE

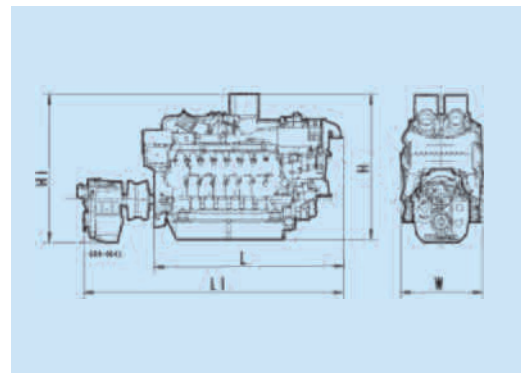
²⁾ gearbox variants "Down Angle (A)" and "V-Drive" available on request



Standard equipment	
Starter	24V electric starter, 2-pole
Oil system	Integral lube-oil pump; automatic oil filter, centrifuge, lube oil heat exchanger, pump for oil extraction
Fuel system	Fuel delivery pump, fuel duplex filter (switchable), Common Rail injection system with HP pump, pressure accumulator and electronic injection with cylinder cutout, jacketed HP fuel lines, flame-resistant hoses, leak-fuel tank with level monitoring, fuel conditioning system
Cooling system	MTU split-circuit cooling system, map-controlled coolant thermostats, raw water-cooled engine coolant-plate-core heat exchanger, self-priming raw water centrifugal pump, engine coolant circulating pump, raw water connection for gear oil cooling, flame-resistant hoses and rubber bellows
Combustion air system	Water-cooled charge-air pipework, coolant temperature controlled intercooler, sequential turbocharging, with 2 water-cooled turbochargers, seawater-repellent intake air filter on engine with integral intake air silencer
Exhaust system	Triple-walled, liquid-cooled, exhaust manifolds on engine, exhaust bellows, exhaust outlet from horizontal 30° upwards
Engine mounting	Resilient mounts
Power transmission	Torsionally-resilient couplings with offset compensation
Auxiliary PTO	Generator 120A, 28V, 2-pole
Engine management	Engine control and monitoring system (ADEC), interface to gearbox controller, interface to remote control and monitoring system, local operating panel (LOP), fuel consumption display
Engine safety system	The scope of delivery for the engine fulfills SOLAS requirements for admissible surface temperature without additional insulation

Optional equipment	
Starter	Air starter
Oil system	Oil level monitoring, automatic oil replenishment, main bearing and conrod bearing temperature monitoring
Cooling system	Engine coolant preheater
Exhaust system	Exhaust outlet vertically up
Auxiliary PTO	Auxiliary PTO free crankshaft end
Engine management	Extension as per classification society specifications
Monitoring and control system	MTU MCS Monitoring and Control Systems, RCS Remote Control Systems
Gearbox options	Various marine reduction-reversing gears, electrically actuated, rigid or resilient gearbox mounting, drive for hydraulic pump on drive or intermediate shaft, Trolling system, under tow oil pump, propeller shaft flange
Classification	ABS, BV, CCS, CR, DNV, GL, KR, LR, NK, RINA including necessary extensions to the scope of delivery

Engine dimensions and masses			
Engine type		12V 4000 M73	12V 4000 M73L
Length [L]	mm (in)	2840 (111.8)	2840 (111.8)
Width [W]	mm (in)	1465 (57.7)	1465 (57.7)
Height [H]	mm (in)	2150 (84.6)	2150 (84.6)
Mass (dry)	kg (lbs)	8000 (17635)	18000 (17635)
Engine with gearbox dimensions and masses			
Gearbox type		ZF 7600	ZF 7600
Length [L']	mm (in)	3760 (148.0)	3760 (148.0)
Width [W]	mm (in)	1465 (57.7)	1465 (57.7)
Height [H']	mm (in)	2500 (98.4)	2500 (98.4)
Mass (dry)	kg (lbs)	9240 (20371)	9240 (20371)



Performance defined as per ISO 3046; intake air temperature: 25°C / seawater temperature: 25°C;

intake air depression 15 mbar / exhaust back pressure 30 mbar; barometric pressure 1000 mbar; power reduction at 45°C/32°C: 3 %;

We reserve the right to change technical data. All data represent approximate values, refer to the installation drawing for full details. Contact your MTU or MTU Detroit Diesel distributor/dealer for more information.

Tognum Group Companies

Europe / Middle East / Africa / Latin America


MTU Friedrichshafen GmbH
88040 Friedrichshafen
Germany
Phone +49 7541 90 7003
Fax +49 7541 90 7081
marineregion1@mtu-online.com
www.mtu-online.com

Asia / Australia / Pacific

MTU Asia Pte. Ltd.
1, Benoi Place
Singapore 629923, Republic of Singapore
Phone +65 6861 5922
Fax +65 6861 3615
marineregion2@mtu-online.com
www.mtu-online.com.sg

USA / Canada / Mexico

MTU Detroit Diesel, Inc.
13400 Outer Drive West
Detroit, Michigan 48239, USA
Phone +1 313 592 7806
Fax +1 313 592 5137
marineregion3@mtu-online.com
www.mtudetroitdiesel.com

An aerial, high-angle photograph of a ship's deck. In the center, a Bofors 57 MK3 naval gun turret is mounted on a circular base. The turret is a light grey, boxy structure with a central opening. Above the turret, there's a row of rectangular windows or sensor housings. The deck is a light grey color, and the ship's hull is visible on the sides, creating a V-shape that points towards the bottom of the frame. The water is dark blue with white wake lines.

BOFORS 57 MK3

NAVAL GUN SYSTEM

**EXPECT THE
UNEXPECTED**

BAE SYSTEMS

INSPIRED WORK

TECHNICAL DATA

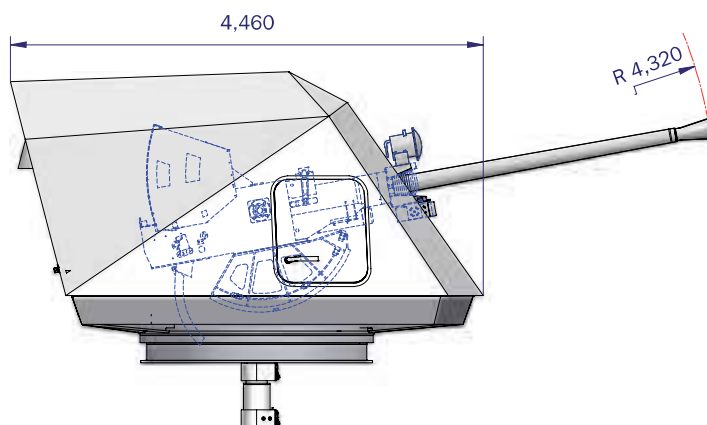
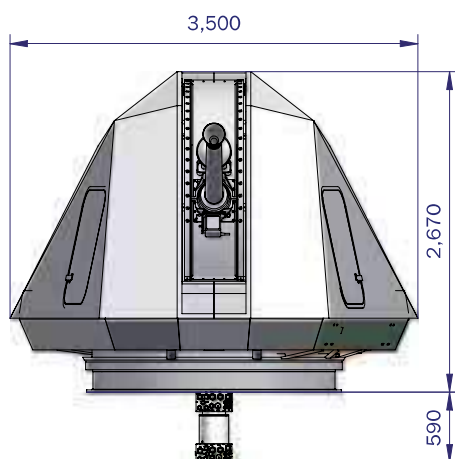
Standard specifications

- Elevation: -10° to $+77^{\circ}$
- Total weight of gun excl. ammunition: 7,000 kg
- Weight including 1,000 rounds onboard: 14,000 kg
- Length of ammunition hoists: 1,960 to 9,805 mm (gun can be operated without hoists)
- Gyro-stabilised in local control

Performance

- Maximum range: 17,000 m
- Rate of fire: 4 rounds per second
- Muzzle velocity: 1,035 m/s
- Time to open fire at 45° training and 35° elevation from stand-by condition: 2.2 seconds
- Number of rounds available in gun: 120
- Dispersion (typical values):
 - Elevation (s-value): 0.4 mrad
 - Training (s-value): 0.4 mrad
- Life of barrel: up to 5,300 rounds

DIMENSIONS



For more information contact

BAE Systems

Telephone +46 (0)586 733 000

Fax +46 (0)586 733 012

Email info@baesystems.se

www.baesystems.com

This document gives only a general description of products and services and except where expressly provided otherwise shall not form part of any contract. From time to time, changes may be made in the products or conditions of supply.

BAE SYSTEMS is a registered trade mark of BAE Systems plc.

01.15.57MK3.GMS



MILITARY BOATS ASIS NAVY 9.5

Technical Specifications - Page 1/2



GENERAL	
Hull	GRP
Superstructure	GRP
Collar	Hypalon 1670 Dtex ; Air or Foam
Description	ASIS Navy 9.5
Classification	Category B
Number of Air Chambers	7 No.

DIMENSIONS	
Length	9,500 mm
Beam	3,170 mm
Tube Dia	550 mm
Total Weight (Empty Boat)	1,450 Kg
Displacement (Maximum Payload)	2,950 Kg

* ISO 6185

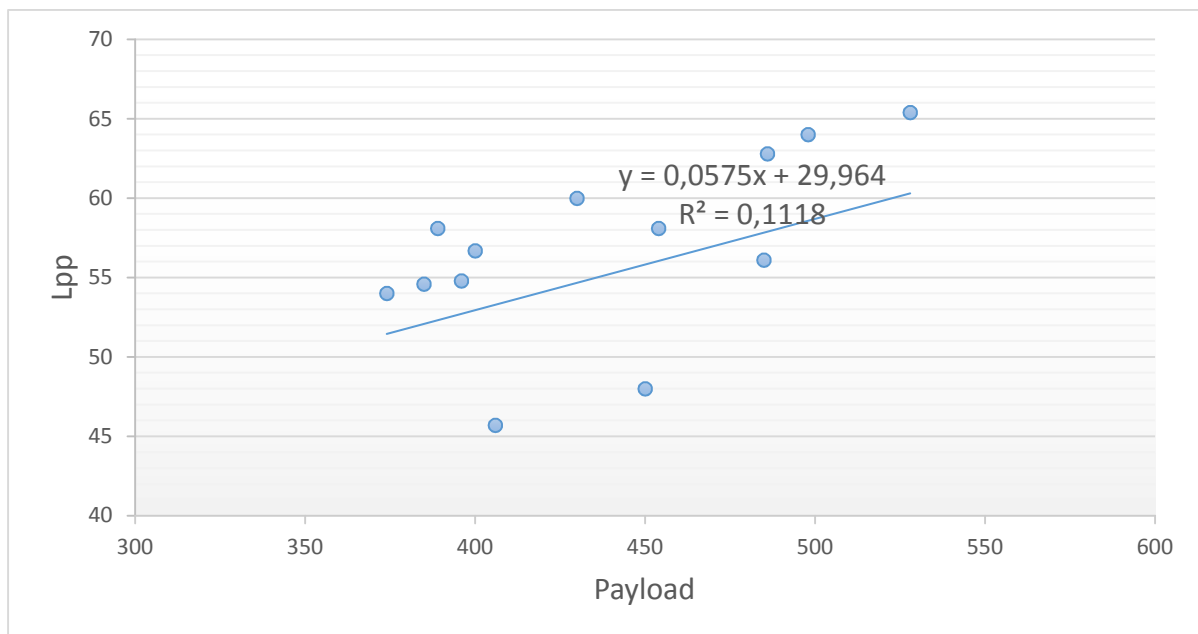
The background of the entire page is a repeating pattern of the ITS (Institut Teknologi Sepuluh Nopember) logo. The logo consists of a blue shield with a white emblem inside, followed by the text 'ITS' in a bold, sans-serif font, and 'Institut Teknologi Sepuluh Nopember' in a smaller font below it. The pattern is arranged in a grid-like fashion, slightly offset between rows.

LAMPIRAN B

PERHITUNGAN TEKNIS, ANALISIS BIAYA, DAN PERHITUNGAN OPERASIONAL

PERHITUNGAN REGRESI KAPAL PEMBANDING

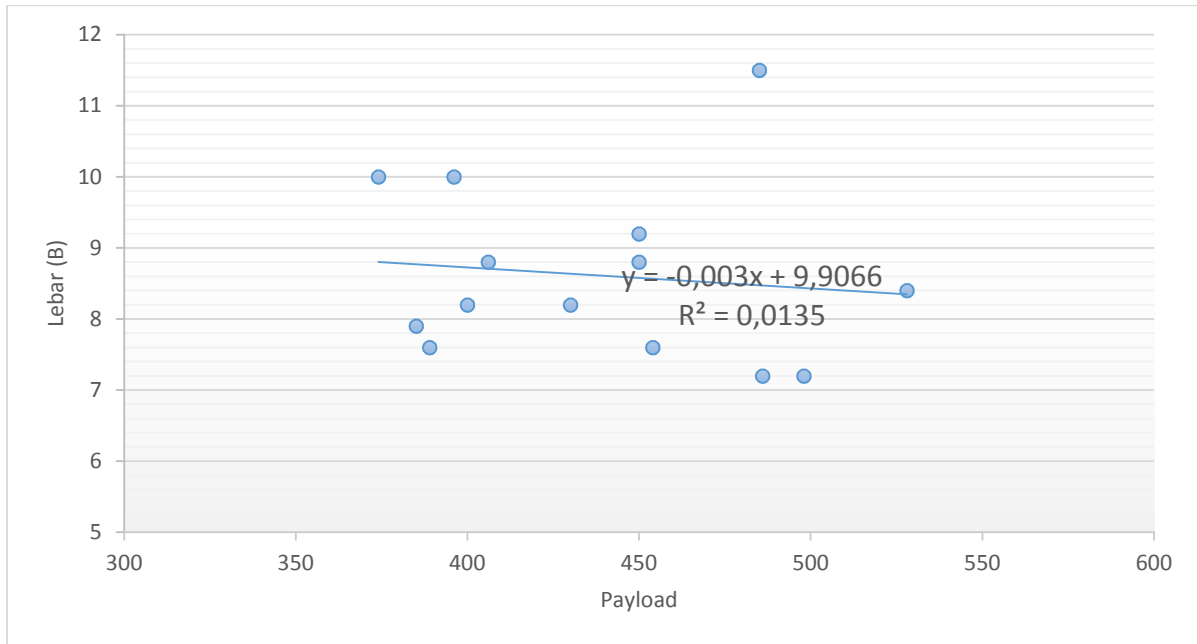
No.	kapal	Payload (ton)	L (m)	B (m)	T (m)
1	Dhofar Class	400	56,7	8,2	2,4
2	PB 57 Class	454	58,1	7,6	2,8
3	Tarantul 1 Class	485	56,1	11,5	2,5
4	Flamant Class	396	54,8	10	2,8
5	Haiqing Class	486	62,8	7,2	2,4
6	Houjian	528	65,4	8,4	2,4
7	Haijiu	498	64	7,2	2,2
8	Cyclone Class	385	54,6	7,9	2,4
9	Sonya Class	450	48	8,8	2
10	Stollergrund	450	33,5	9,2	3,2
11	Lurssen Class	389	58,1	7,6	2,8
12	Patrol Ship	406	45,7	8,8	2,4
13	OPV 54 Class	374	54	10	2,8
14	Huangpu Class	430	60	8,2	4,5



$$Y = 0,0575x + 29,964$$

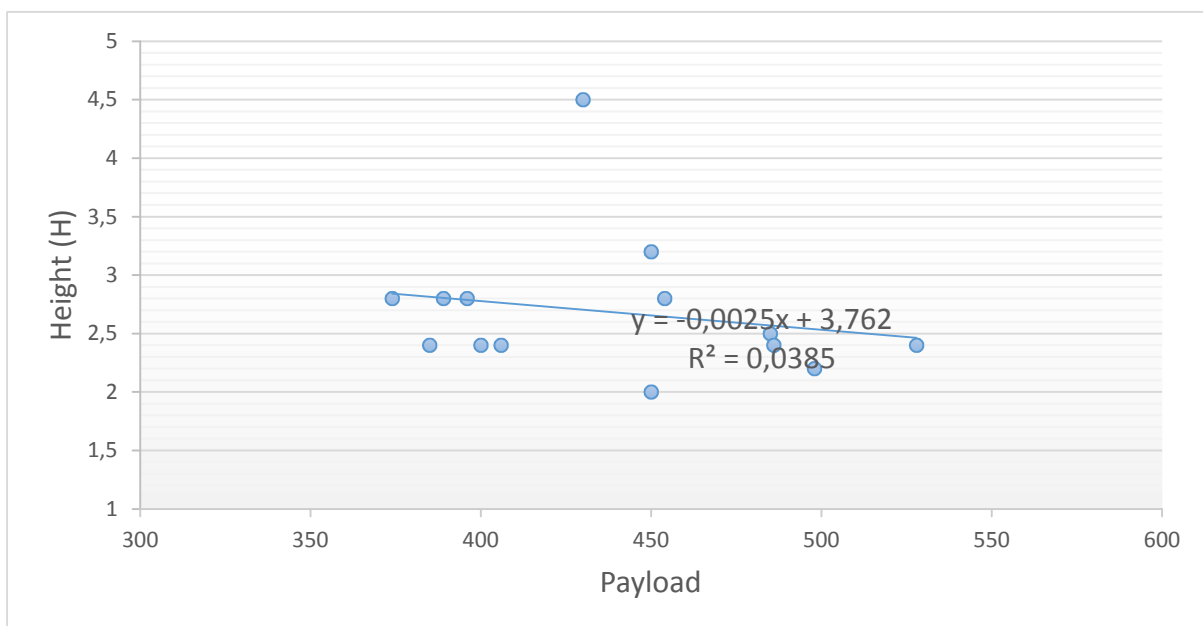
$$= 50,08 \text{ m}$$

PERHITUNGAN REGRESI KAPAL PEMBANDING



$$B = 0,003x + 9,9066$$

$$= 7,8 \text{ m}$$



$$H = 0,0025x + 3,762$$

$$= 4,75$$

Dari perhitungan rumus pendekatan diatas diperoleh ukuran utama kapal patroli:

Lpp	50,8	m
B	7,8	m
T	2,53	m
H	4,75	m

PERHITUNGAN KOEFISIEN

Lpp	=	50,8	m
B	=	7,8	m
T	=	2,53	m
H	=	4,5	m
Vs	=	15	knot 15,43 m/s
ρ	=	1,025	ton/m ³
g	=	9,81	m/s ²

Dimention Ratio

1. Lenght to Beam ratio (L/B)

$$L/B = 6,512820513$$

Ref: PNA Vol. I, page 19

accept → 6 - 9,5

2. Beam to Draft ratio (B/T)

$$B/T = 3,083003953$$

Ref: PNA Vol. I, page 19. and Parametric Design Chap.

11, page 9.

accept → 2,8 - 3,2

3. Lenght to Draft ratio (L/T)

$$L/T = 20,07905138$$

Ref: PNA Vol. I, page 19.

accept → 10 - 30

Coefficient Calculation

1. froude Number (Fn)

Ref: PNA Vol. II, page 5.

$$\begin{aligned}
 Fn &= \frac{V}{\sqrt{gLwl}} \\
 &= \frac{15}{\sqrt{(9,81 \times 50,8)^{0,5}}} \\
 &= 0,716726765
 \end{aligned}$$

2. koefisien Blok (Cb)

Ref: Practical Ship Design Chap. 3, page 76.

$$\begin{aligned}
 Cb &= 0,7 + 1/8 \tan^{-1} (23 - 100 Fn) / 4 \text{ radians} \\
 &= 0,7 + 1/8 \tan^{-1} (23 - 100 \times 0,745) / 4 \text{ radians} \\
 &= 0,51390013
 \end{aligned}$$

3. Midship Section Coefficient (C_M)

$$\begin{aligned} C_M &= 0,4 C_b + 0,58 \\ &= 0,785560052 \end{aligned}$$

4. Longitudinal Prismatic Coefficient

$$\begin{aligned} C_p &= C_b / C_M \\ &= 0,654183125 \end{aligned}$$

5. Waterplan Coefficient (C_{wp})

$$\begin{aligned} C_{wp} &= 0,262 + 0,810 * C_p \\ &= 0,791888331 \end{aligned}$$

Volume Displacement

$$\begin{aligned} v &= L \times B \times T \times C_b \\ &= 507,0652581 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Displacement

$$\begin{aligned} \Delta &= V \times \rho \\ &= 519,7418895 \text{ ton} \end{aligned}$$

Longitudinal Center of Bouyancy (LCB)

$$\begin{aligned} LCB &= -13,5 + 19,4 C_p \\ &= 0,808847371 \text{ m} \end{aligned}$$

1. Wave Making Resistant R_w

$$R_w / W = C_1 C_2 C_3 e^{m_1 \times F_n^d + m_2 \cos(\lambda F_n - 2)}$$

1.1. Perhitungan C_1

Ref: PNA Vol. II, page 92-93.

$$\begin{aligned} C_1 &= 2223105 C_{43} 7861 (T/B)^{1,0796} (90 - iE)^{-1,3757} \\ &= 2223105 \times (0,156)^{3,7861} (0,293)^{(90-10,7)(-1,3757)} \\ &= 1,531784343 \end{aligned}$$

dimana,

$$B/L = 0,156$$

$$C_4 = 0,156 \quad \text{Untuk } (0,11 \leq B/L \leq 0,25), \text{ maka } C_4 = B/L$$

$$(T/B)^{1,0796} = 0,293$$

$$\begin{aligned} iE &= 125,67(B/L) - 162,25 C_p^2 + 234,32 C_p^3 + 0,1551(LCB + (6,8(T_a - T_f)/T)^3 \\ &= 125,67(0,156) - 162,25 \times 0,5792 + 234,32 \times 0,5793 + 0,1551(-2,265 + (6,8 \times (0-0)/2,5))^3 \\ &= 15,769 \quad \text{degree (a half angle of entrance of the load waterline)} \end{aligned}$$

1.2. Perhitungan C_2

Ref: PNA Vol. II, page 92

C_2 = koefisien pengaruh dari bulbous bow

$$C_2 = 1 \quad \text{karena tidak menggunakan bulbous bow}$$

1.3. perhitungan C_3

Ref: PNA Vol. II, page 93.

C_3 = koefisien pengaruh dari transom stern

$$\begin{aligned} C_3 &= 1 - (0,8 \times AT) / (B \times T \times C_m) \\ &= 1 \end{aligned}$$

dimana,

$$AT = \text{Luas transom pada saat kecepatan kapal nol}$$

$$= 0 \text{ m}^2$$

1.4. Parameter d

Ref: PNA Vol. II, page 92.

$$d = -0,9 \quad \text{untuk } F_n \leq 0,45$$

1.5. Perhitungan C5

Ref: PNA Vol. II, page 92

C5 = Koefisien dengan fungsi koefisien prismatik (CP)

Untuk kapal dengan $CP \leq 0.8$ maka C5 dapat dihitung dengan formula:

$$\begin{aligned} C5 &= 8.0798CP - 13.8673CP^2 + 6.9844CP^3 \\ &= 8.0798 \times (0,579) - 12.8673 \times (0,579)^2 + 6.8944 \times (0,579)^3 \\ &= 1,709201453 \end{aligned}$$

1.6. Perhitungan C6

Ref: PNA Vol. II, page 92.

C6 = Koefisien dengan fungsi L3/V

$L3/V = 246,5165933$ Untuk ($L3/V \leq 512$),

maka , $C6 = -1,69385$

1.7. Perhitungan m1

Ref: PNA Vol. II, page 92.

$$\begin{aligned} m1 &= 0.01404 (L/T) - 1.7525 (V^{1/3} / L) - 4.7932 (B/L) - C5 \\ &= 0.01404 (20) - 1.7525 (426,2245^{(1/3)} / 50) - 4.7932 (0,156) - 1,7028 \\ &= -2,455636896 \end{aligned}$$

1.8. Perhitungan m2

Ref: PNA Vol. II, page 92.

$$\begin{aligned} m2 &= C6 \times 0.4 \times e^{-0.034 \times Fn^{(-3.29)}} \\ &= -1,69385 \times 0,4 \times \exp^{(-0,034 \times (0,745^{(-3,29))})} \\ &= -0,612015879 \end{aligned}$$

1.9. Perhitungan λ

Ref: PNA Vol. II, page 92.

λ = Parameter yang berpengaruh terhadap fungsi L/B

$L/B = 6,512820513$

Untuk ($L/B < 12$), maka perhitungan λ adalah :

$$\begin{aligned} \lambda &= 1,446 Cp - 0,03 L/B \\ &= 1,446 (0,579) - 0,03(6,410256) \\ &= 0,750564184 \end{aligned}$$

1.10. Perhitungan W

Ref: PNA Vol. II, page 64.

$$\begin{aligned} W &= \text{Gaya berat (berat displacement dalam kN)} \\ &= \rho \times g \times V \\ &= 5098,667936 \text{ kN} \end{aligned}$$

1.11. Perhitungan R_w/W

Ref: PNA Vol. II, page 92.

$$\begin{aligned} R_w/W &= C_1 C_2 C_3 e^{m_1 \times F_n^d + m_2 \cos(\lambda F_n - 2)} \\ &= 1,3987 \times 1 \times 1 \times 2,71828^{(-2,4335 \times 0,745^{-0,9}) + (-0,61953) \cos(0,645096 \times 0,745^{-2})} \\ &= 0,011285454 \end{aligned}$$

1.12. Perhitungan R_w

Ref: PNA Vol. II, page 92.

$$\begin{aligned} R_w &= (R_w/W) \times W \\ &= (0,011285454 \times 5098,667936) \\ &= 57,54078072 \text{ kN} \end{aligned}$$

2. Faktor Bentuk Lambung (1+k)

Ref: PNA Vol. II, page 91.

$$1+k = 1+k_1 + [1+k_2 - (1+k_1)] S_{app}/S_{tot}$$

dimana,

$1+k_1$ = effective factor bare hull

$1+k_2$ = effective factor appendages surface

S_{app} total luasan penambahan permukaan basah

S_{tot} total luasan permukaan basah

2.1. Perhitungan L/LR

Ref: PNA Vol. II, page 91.

$$\begin{aligned} LR/L &= 1 - C_p + 0,06 C_p LCB / (4C_p - 1) \\ LR/L &= 1 - 0,5791 + 0,006 \times 0,5791 \times -2,265 / (4 \times 0,5791 - 1) \\ LR/L &= 0,3261797 \\ L/LR &= 1/(LR/L) \\ L/LR &= 3,06579471 \end{aligned}$$

2.2. Perhitungan 1+k1

Ref: PNA Vol. II, page 91

$$1+k1=0,93 + 0,4871c (B/L)1,0681 (T/L)0,4611 (L/LR)0,1216 (L3/V)0,3649 (1-Cp)(-0,6042)$$

$$1+k1=0,93 + 0,4871 \times 1 (0,165)^{1,0681} (2,5/50)^{0,4611} (2,7693)^{0,1216}$$

$$(293,2726)^{0,3649} (1-0,5791)^{(-0,6042)}$$

$$1+k1 = 0,887963416$$

2.3. Perhitungan 1+k2

Ref: PNA Vol. II, page 92.

$$1+k2 = \sum Si (1+k2)_i / \sum Si$$

Faktor penambahan luasan permukaan basah (1+k2)

1.3 - 1.5 = Rudder of single-screw ship

1.5 - 2.0 = Skeg-type rudder of twin-screw ship

2,8 = Spade-type rudder of twin-screw ship

3,0 = Shaft brackets

2,0 = Bossings

1,4 = Bilge keels

2,8 = Stabilizer fins

2,0 = Shafts

2,7 = Sonar dome

Penambahan permukaan basah yang digunakan adalah:

$$(1+k2)_i = 2,8 \quad (\text{Spade-type rudder of twin-screw ship})$$

S kemudi = Luasan daun kemudi

$$= C_1 C_2 C_3 C_4 ((1.75 L T) / 100)$$

Ref: BKI Vol. II, sec. 14 A.3, page 14-1.

C1 = 1,0 for general

C2 = 1,0 for semi-spade rudders

C3 = 1,0 for NACA profile and plate rudder

C4 = 1,0 for rudder in the propeller jet

$$S \text{ kemudi} = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times ((1.75 \times 50 \times 2,5) / 100)$$

$$S \text{ kemudi} = 2,1875 \text{ m}^2 \quad @ \text{ daun kemudi}$$

$$= 4,375 \text{ m}^2 \quad \text{untuk dua daun kemudi}$$

$$\Sigma S_i = 4,375 \text{ m}^2$$

$$1+k^2 = (4,375)(2,8)/4,375$$

$$1+k^2 = 2,8$$

2.4. Perhitungan Stot

Ref: PNA Vol. II, page 91-92

$$S_{tot} = S + S_{app}$$

$$S = L (2T + B) C M 0.5 (0.4530 + 0.4425C B - 0.2863C M - 0.003467 (B/T) + 0.3696C WP) + 2.38 (A T/C B)$$

$$S = 50(2 \times 2,5 + 7,8) \times 0,7458^{0,5} (0,4530 + 0,4425 \times 0,437 - 0,2863 \times 0,7458 - 0,003467 \times 3,12 + 0,3696 \times 0,731) + 2,38(0/0,437)$$

$$S = 418,3354766 \text{ m}^2$$

$$S_{app} = 4,375 \text{ m}^2$$

$$S_{tot} = 383,5161 + 4,375$$

$$S_{tot} = 422,7104766 \text{ m}^2$$

2.5. Perhitungan 1+k

$$1+k = 0,8708 + [2,8 - 0,8708] 4,375/387,8911$$

$$1+k = 2,819789337$$

3. Perhitungan CF

Ref: PNA Vol. II, page 90.

$$CF = \text{Kofisien gesek yang mempengaruhi hambatan kapal (*ITTC-1957*)}$$

$$CF = 0.075 / (\log R_n - 2)^2$$

Ref: PNA Vol. II, page 59.

$$R_n = \text{Reynolds number}$$

$$R_n = V \times L_{WL} / \nu S$$

$$\nu S = \text{Kinematic viscosity for salt water}$$

$$\nu S = 1,1883 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$$

$$\nu S = 1,1883E-06 \text{ m}^2/\text{sec}$$

$$R_n = 21335742576$$

$$CF = 0,075/[\log(17.934.214.653)-2]^2$$

$$CF = 0,0011$$

4. Perhitungan CA

Ref: PNA Vol. II, page 93

$$T/LWL = 2,5 / 50$$

$$0,05 > 0,04$$

Untuk $(T/LWL > 0,04)$, maka CA adalah :

$$CA = 0,006 (LWL + 100) - 0,16 - 0,00205 + 0,003 (LWL / 7,5) 0,5 CB 4 C2 (0,04 - TF/LWL)$$

$$CA = 0,000663$$

5. Perhitungan CVS

Ref: PNA Vol. II, page 156.

CVS = Viscous Resistance Coefficient

$$CVS = CF (1+k) + CA$$

$$CVS = 0,0011(2,821759)+0,0006527$$

$$CVS = 0,003711463$$

6. Perhitungan RT

Ref: PNA Vol. II, page 93.

Input data:					
$\rho =$	1,025	ton/m ³	$C_A =$	0,000663	
$V_s =$	8,2311	m/sec	$R_W =$	57,54078	kN
$S_{tot} =$	422,7105	m ²	$W =$	5098,668	kN
$C_F =$	0,0011				
$(1+k) =$	2,819789				

$$R_T = 1/2 \rho V^2 S_{Tot} [C_F (1+k) + C_A] + R_W / W * W$$

$$R_T = 112,0158497 \text{ kN}$$

6.1. Margin Hambatan Total

Ref: PNA Vol. II, page 7.

Margin =	(10 - 15)	% R_T
Margin =	13% R_T	
maka,		
$R_T + \text{Margin} =$	13% R_T	
$R_{total} =$	113%*51436,58	
$R_{total} =$	128,8182	kN

PERHITUNGAN DAYA

Input data					
L _{pp}	50,8	m	L _{WL}	52	m
B	7,8	m	F _n	0,745137722	
T	2,5	m	C _B	0,43715338	
H	4,5	m	C _M	0,754861352	
V _s	15	knot	C _P	0,579117448	
	6,1733	m/s	C _{WP}	0,731085133	
V _{max}	30	knot	L _{CB}	-2,265121504	m (from amidship)
	15,433	m/s		27,26521	m (from FP)
ρ	1,025	ton/m ³	R _T	128,818	kN
g	9,81	m/s ²			
V	426,2245	m ³	1 HP	0,7457	kW
Δ	436,8802	ton			

1. Perhitungan Efektif Power (P_E)

Ref: PNA Vol. II, page 2.

P_E = Power yang dibutuhkan untuk melawan hambatan yang terjadi pada kapal sehingga kapal dapat bergerak sesuai dengan kecepatan.

$$P_E = R_T \times V_S$$

R_T = Hambatan Total (kN)

V_S = Kecepatan dinas (m/s)

$$P_E = 983,191 \times 8,2311$$

$$P_E = 795,2336 \text{ kW}$$

$$P_E = 1066,426 \text{ HP}$$

$$P_{E/\text{screw}} = P_E / 2$$

$$P_{E/\text{screw}} = 397,6168 \text{ kW}$$

$$P_{E/\text{screw}} = 533,2128 \text{ HP}$$

2. Perhitungan Delivered Power(P_D)

Ref: PNA Vol. II, page 153 & 163.

P_D = Power yang sampai di propeller. Dipengaruhi oleh hull efficiency, relative rotative efficiency, dan open water efficiency.

$$P_D = P_E / \eta_D$$

P_E = Efektif Power

η_D = Efisiensi Propeller

$$\eta_D = \eta_H \times \eta_R \times \eta_O$$

η_H = Hull Efficiency

η_R = Relative-rotative Efficiency

η_O = Open Water Efficiency

2.1. Efisiensi Hull (η_H)

Ref: PNA Vol. II, page 153.

$$\eta_H = (1 - t) / (1 - w) \quad \text{dimana,}$$

t = Thrust deduction

w = Wake Fraction

$$w = 2 \times C_B^5 (1 - C_B) + 0,04 \quad \text{Ref: PNA Vol. II, page 160.}$$

$$w = 2 \times 0,437^5 (1 - 0,437) + 0,04$$

$$w = 0,057972$$

$$t = 0,7 \times w + 0,06 \quad \text{Ref: PNA Vol. II, page 160.}$$

$$t = 0,7 \times 0,05797 + 0,06$$

$$t = 0,10058$$

maka,

$$\eta_H = (1 - 0,10058) / (1 - 0,057972)$$

$$\eta_H = 0,954769$$

2.2. Open Water Efficiency (η_O)

Ref: PNA Vol. II, page 151.

$$\eta_O = 0,55$$

2.3. Relative-rotative Efficiency (η_R)

Ref: PNA Vol. II, page 153.

$$\eta_R = 0,9737 + 0,111 (C_P - 0,0225 L_{CB}) + (-0,06325 P/D)$$

$$P/D = 1 \quad (\text{Pitch Ratio})$$

$$\eta_R = 0,9737 + 0,111 (0,579 - 0,0225(-2,2651)) + ((-0,06325) \times 1)$$

$$0,980389$$

maka,

$$\eta_D = \eta_H \times \eta_R \times \eta_O$$

$$\eta_D = 0,9547 \times 0,9803 \times 0,55$$

$$\eta_D = 0,514825$$

PERHITUNGAN DAYA

$$\begin{aligned}
 P_D &= P_E / \eta_D & P_{D/\text{screw}} &= 772,3337 \text{ kW} \\
 P_D &= 8092,743 / 0,5148 & P_{D/\text{screw}} &= 1035,716 \text{ HP} \\
 P_D &= 1544,667 \text{ kW} \\
 P_D &= 2071,433 \text{ HP}
 \end{aligned}$$

3. Shaft Power (P_s)

Ref: Parametric Design Chap. 11, page 29 & 31.

P_s = Power yang telah melewati proses transmisi pada reduction gear

$$P_s = P_D / \eta_s \eta_b$$

$$\eta_s \eta_b = 0,97 \text{ (untuk letak kamar mesin di tengah)}$$

$$\begin{aligned}
 P_s &= 21080,06/0,97 & P_{s/\text{shaft}} &= 29143,12/2 \\
 P_s &= 2135,498 \text{ kW} & P_{s/\text{shaft}} &= 1067,748894 \text{ kW} \\
 P_s &= 2863,749 \text{ HP} & P_{s/\text{shaft}} &= 1431,874606
 \end{aligned}$$

4. Break Power (P_B)

Ref: Parametric Design Chap. 11, page 29 & 33.

P_B = Power minimum yang dibutuhkan oleh mesin penggerak utama.

$$P_B = P S / \eta t$$

$$\eta t = \text{Transmission Efficiency}$$

$$\eta t = \prod (1 - l_i) = \eta g$$

$$l_i = 0,01 \text{ for each gear reduction}$$

$$l_i = 0,005 \text{ for the trust bearing}$$

$$l_i = 0,01 \text{ for a reversing gear path}$$

$$\eta t = (1 - 0,010) \times (1 - 0,005) \times (1 - 0,010)$$

$$\eta t = 0,9752$$

$$\begin{aligned}
 P_B &= 29143,12/0,975 & P_{B/\text{mesin}} &= 1468,288905 \text{ kW} \\
 P_B &= 2936,578 \text{ kW} & P_{B/\text{mesin}} &= 1969,007516 \text{ HP} \\
 P_B &= 3938,015 \text{ HP}
 \end{aligned}$$

PERHITUNGAN DAYA

5. Voyage Margin

Voyage = perairan Indonesia

margin = 10%

$P_B = 2936,578 \text{ kW}$

margin = 293,6578 kW

total = 3230,236 kW

total = 4331,817 HP

Total/mesin = 1615,118 kW

2165,908 HP

Perhitungan MCR

Ref: Parametric Design Chap. 11, page 29-30.

MCR = Margin pada power yang disebabkan oleh penambahan power design margin
dan power service margin

$MCR = P_B \times (1 + MD) / (1 - MS)$

MD = Power Design Margin (3-5%)

MD = 5%

MS = Power Service Margin (15-25%)

MS = 20%

MCR = 3854,258 kW

5168,645 HP

MCR / mesin = 1927,129 kW

2584,322 HP

PERHITUNGAN MESIN

Main Engine Requirement

Kapasitas mesin yang dipilih harus memenuhi jumlah power yang telah dihitung yaitu :

$$\begin{aligned}P_{\text{req}} &= 3854,258375 \text{ kW} && (\text{untuk keadaan pengejaran}) \\&= 5168,64473 \text{ HP} \\P_{\text{req}} &= 1927,129188 \text{ kW} && (\text{untuk keadaan perjalanan}) \\&= 2584,322365 \text{ HP}\end{aligned}$$

Data spesifikasi Engine yang dipilih adalah :

		12V 4000	
Type of engine	=	M73	
Flywheel Hoursing	=	SAE 00	
Rated Power ICFN (kW/BHP)	=	1920 / 2575	
Rate Speed (rpm)	=	1970	
Bore Stroke (mm/in)	=	170/190 / 6,7/7,5	
		IMO/EPA	
Gearbox Type	=	2	

Konsumsi Bahan Bakar

at rate power (liter perjam / gal perjam)	=	490,4 / 129,6
---	---	---------------

Dimensi dan Berat Mesin

Panjang	=	2840	mm	
Lebar	=	1465	mm	
Tinggi	=	2150	mm	
Berat	=	8000	kg	8 ton

Dimensi dan Berat Mesin

Panjang	=	3760	mm	
Lebar	=	1465	mm	
Tinggi	=	2500	mm	
Berat	=	9240	kg	9,2 ton

PERHITUNGAN PROPULSI

Perhitungan Berat Propulsi

Berat propulsi meliputi

1. Main Engine Gear box
2. Poros baling - baling
3. Baling - baling

1. Main Engine dan Gearbox

$$= 9,2 \text{ ton/buah}$$

$$\text{Total } W_{\text{gear}} = 18,4 \text{ (untuk 2 buah gear box)}$$

2. Poros Baling - Baling

$$M = \text{Berat poros}$$

$$= M/L_s \times L_s$$

$$L_s = \text{Panjang poros}$$

$$= 9 \text{ m}$$

$$M/L_s$$

$$= \text{Berat poros per meter}$$

$$= 0,081(P_D / n)^{2/3}$$

$$= 0,361175 \text{ ton/m}$$

$$M = 3,250571 \text{ ton/poros}$$

$$\text{Total berat poros} = 2 \times M$$

$$= 6,501142 \text{ ton (untuk 2 buah poros)}$$

3. Berat Propeller

$$W_{\text{prop}}$$

$$= \text{Berat propeller}$$

$$= D^3 \times K$$

$$\text{dimana, } D = \text{diameter propeller}$$

$$= 65\%T$$

$$= 1,625 \text{ m}$$

$$K = (ds / D) \times (1,85 AE/A_o - (Z - 2)/100)$$

$$= 0,135175$$

$$\text{dimana, } ds = \text{diameter poros}$$

$$= 11,5(P_D/n)^{1/3}$$

$$= 22,02091097 \text{ cm}$$

$$W_{\text{prop}}$$

$$= 1,625^3 \times 0,134$$

$$= 0,580036 \text{ ton/buah}$$

$$= 0,22020911 \text{ m}$$

Total berat

$$\text{propeller} = 0,578 \times 2$$

$$= 1,160072 \text{ ton (untuk 2 propeller)}$$

Berat propulsi

$$W_{\text{pu}}$$

$$= W_{\text{Engine}} + W_{\text{gear}} + W_{\text{poros}} + W_{\text{prop}}$$

$$= 20,068$$

$$= 13,03061 \text{ ton (untuk 1 rangkaian propulsi)}$$

$$= 26,06121 \text{ ton (untuk 2 rangkaian propulsi)}$$

PERHITUNGAN BERAT ALUMINIUM

PERHITUNGAN BERAT ALUMINIUM KAPAL

N

[Harvald & Jensen Method (1992)]

sudah termasuk bangunan atas

Hal 154 Schneekluth

No	Type kapal	CSO
1	Bulk carriers	0,07
2	Cargo ship (1 deck)	0,07
3	Cargo ship (2 decks)	0,076
4	Cargo ship (3 decks)	0,082
5	Passenger ship	0,058
6	Product carriers	0,0664
7	Reefers	0,0609
8	Rescue vessel	0,0232
9	Support vessels	0,0974
10	Tanker	0,0752
11	Train ferries	0,65
12	Tugs	0,0892
13	VLCC	0,0645

Koefisien titik berat

Type kapal	C _{KG}
Passanger ship	0.67 – 0.72
Large cargo ship	0.58 – 0.64
Small cargo ship	0.60 – 0.80
Bulk carrier	0.55 – 0.58
Tankers	0.52 – 0.54

INPUT DATA

Lo =	55,00	m
Ho =	4,50	m
Bo =	7,80	m
To =	2,50	m
Fn =	0,72	

PERHITUNGAN BERAT ALUMINIUM

PENYELESAIAN

VOLUME DECKHOUSE

Layer I

$$\begin{aligned} \text{panjang (ld)} &= 22,80 & \text{m} \\ \text{lebar (bd)} &= 7,80 & \text{m} \\ \text{tinggi (h)} &= 2,40 & \text{m} \\ V_{DH I} &= ld * bd * h = 426,82 & \text{m}^3 \end{aligned}$$

Layer II

$$\begin{aligned} \text{panjang (ld)} &= 13,22 & \text{m} \\ \text{lebar (bd)} &= 5,40 & \text{m} \\ \text{tinggi (h)} &= 2,40 & \text{m} \\ V_{DH II} &= ld * bd * h = 171,37 & \text{m}^3 \end{aligned}$$

$$\Sigma V_{DH} = V_{DH I} + V_{DH II} = 598,19 \quad \text{m}^3$$

DA

$$\text{Tinggi geladak akhir} = D + (VA + VDH) / L * B = 5,89437$$

CS

$$\begin{aligned} CSO &= 0,02 \\ \Delta \text{ berat} &= 519,74 & \text{ton} \\ U &= \log (\Delta / 100) = 0,72 \\ CS &= CSO + 0,06 * e - (0,5U + 0,1U^2,45) = 0,07 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{WST} &= \text{total berat lambung, rumah geladak dan bangunan atas} \\ \text{total berat} &= L * B * DA * CS = 166,93 \end{aligned}$$

KG

$$\begin{aligned} CKG &= \text{koefisien titik berat} = 0,54 \\ KG &= DA * CKG = 3,18 \end{aligned}$$

LCG dari midship

$$\begin{aligned} \text{dalam \%L} &= -0,15 + LCB = -0,96 & \% \\ \text{dalam m} &= LCG(\%) * L = -52,74 & \text{m} \end{aligned}$$

$$\text{LCG dari FP} = 0,5 * L + \text{LCG dr midship} = 25,24 \quad \text{m}$$

PERHITUNGAN BERAT PERALATAN

Perhitungan Berat Peralatan (Equipment and Outfit)

[Referensi : Ship Design Efficiency and Economy , 1998]

1. Input Data

		55,000	
L	=	0	m
B	=	7,8000	m
D	=	2,5000	m

2. Grup 1

C_{ALV} For small and medium sized cargo ship : 160 – 170 kg/m²
 For large cargo ships, large tanker, etc : 180 – 200 kg/m²
 diambil nilai tengah untuk medium sized cargo ship : 165 kg/m²
 Ship Design for Efficiency and Economy hal 172

$$\mathbf{C_{ALV}} = 165 \text{ kg/m}^2$$

Superstructure

$$\mathbf{lp} = 22,800$$

$$\mathbf{bp} = 7,800$$

$$177,84$$

$$\mathbf{A_{LIII}} = 0$$

$$\mathbf{W_{LIII}} = 29,344$$

Wheel House

$$\mathbf{lp} = 13,223$$

$$\mathbf{bp} = 5,400$$

$$\mathbf{A_w} = 71,404$$

$$\mathbf{W_w} = 11,782$$

$$\mathbf{W \text{ Total}} = 41,125$$

3. Grup 2

C (0.18 ton / m² < C < 0.26 ton / m² for medium sized Ship Design Efficiency and Economy hal 172)

$$= 0,25 \text{ [ton/m}^2 \text{]}$$

W_{IV} (W IV=(L*B*D)^{2/3} * C (for small and medium sized))

$$= 26,194 \text{ [ton]}$$

4. Berat E&O Total

$$= 67,319 \text{ [ton]}$$

5. Perhitungan Titik Berat E & O [LCG]

$$\mathbf{D_A} = 5,894$$

PERHITUNGAN BERAT PERALATAN

KG_{E&O}	(1.02-1.08D	<i>Ship Design for Efficiency and Economy</i>
	A	<i>hal 173)</i>
	=	6,189
LCG₁		
	25% W_{E&O}	(asumsi We&o 25% dikamar mesin)
	=	16,830
	LCG_M	= 36,400
Lcb	=	1,765
Lkm	=	7,800
Layer II		
	ld	= 22,800
	W_{LV II}	= 29,344
	LCG II	= 6,100
Wheelhouse		
	ld	= 13,223
	W_{LV III}	= 11,782
	LCG III	= 1,123
LCG₂		
	37.5% W_{E&O}	
	=	
	LCG_{dh}	jarak titik berat deckhouse secara memanjang terhadap midship
		perhitungan dari total layer1,2,3,4 dan wheelhouse
	=	
LCG₃		
	37.5% W_{E&O}	
	=	25,245
	midship	= 0
LCG_{E&O}	(LCG di belakang midship)	
	=	0,20 m
LCG_{E&O}	Dari FP	
	=	27,30

PERHITUNGAN BAHAN BAKAR

Perhitungan Kebutuhan Bahan Bakar Kapal

1. Heavy Fuel Oil Weight

$$\begin{aligned} \text{SFR} &= 0,018 \text{ t/kW.hr} && (\text{Specific Fuel Rate}) \\ \text{MCR} &= 2575 \text{ kW} && (\text{data MCR mesin}) \\ \text{Range} &= 2980 \text{ km} \\ \text{Kecepatan} &= 8,231 \text{ m/s} \\ \text{Margin} &= 15 \% \\ W_{\text{fuel}} &= \text{SFR} \times \text{MCR} \times (\text{Range/Speed}) \times \text{Margin} \\ &= 57,226028 \text{ ton} \end{aligned}$$

Volume Tangki Bahan Bakar

$$\begin{aligned} \rho_{\text{Fuel}} &= 944 \text{ kg/m}^3 && = 0,944 \text{ ton/m}^3 \\ V_{\text{fuel}} &= W_{\text{fuel}} / \rho_{\text{Fuel}} \\ V_{\text{fuel}} &= \\ V_{\text{fuel}} &= 60,620792 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2. Marine Diesel Oil Weight

$$\begin{aligned} C_{\text{DO}} &= 0,2 \\ W_{\text{DO}} &= C_{\text{DO}} \times W_{\text{fuel}} \\ W_{\text{DO}} &= 11,445206 \text{ ton} \end{aligned}$$

Volume Tangki Diesel Oil

$$V_{\text{DO}} = 10,804274 \text{ m}^3$$

3. Lubrication Oil Weight

$$\begin{aligned} \rho_{\text{LO}} &= 0,92 \text{ ton/m}^3 \\ W_{\text{LO}} &= \text{BHP} \times \rho_{\text{LO}} \times (\text{Range} / \text{Speed}) \times 10^{-6} \times 1,4 \\ W_{\text{LO}} &= 1,2007615 \text{ ton} \end{aligned}$$

Volume Tangki Lubrication Oil

$$V_{\text{LO}} = 1,3051756 \text{ m}^3$$

PERHITUNGAN KRU

Perhitungan Berat Kru

1. Perhitungan Jumlah Kru

$$Z_c = C_{st} \times C_{Dk} \times (CN \times 35 / 10^5)^{1/6} + C_{eng} \times (BHP / 10^5)^{1/3} + Cadets$$

dimana

, $C_{St} = 1,2$ koefisien steward deck

$C_{Dk} = 11,5$ koefisien deck department

$$CN = L \times B \times H / 1000$$

$$= 1,38684$$

$$BHP = PB$$

$$= 3938,015 \text{ HP}$$

Cadets perwira

= 2 orang tambahan

$$Z_c = 1,2 \times 11,5 \times (1,386 \times 35 / 10^5)^{1/6} + 8,5 \times (3900,878 / 10^5)^{1/3} + 2$$

$$= 30,44952$$

$$= 30 \text{ kru}$$

2. Perhitungan Berat kru dan consumable

2.1. Berat kru

$$W_{crew} = C_{crew} \times \text{orang} \quad C_{crew} = 0,75 \text{ ton/orang}$$

$$= 0,17 \times 50$$

$$= 22,5 \text{ ton}$$

2.2. Berat fresh water

$$W_{FW} = C_{crew} \times \text{orang} \times \text{jumlah hari} \quad C_{crew} = 0,17 \text{ ton/orang/hari}$$

$$= 0,17 \times 50 \times 7$$

$$= 35,7 \text{ ton}$$

$$\rho = 1 \text{ ton/m}^3$$

Volume tangki air

$$\text{tawar} = W_{FW} / \rho$$

$$= 35,7 \text{ m}^3 \quad 18000 \text{ Liter}$$

2.2. Berat Provision and store

$$W_{PR} = C_{PR} \times \text{orang} \times \text{jumlah hari} \quad C_{PR} = 0,01 \text{ ton/orang/hari}$$

$$= 0,01 \times 50 \times 7$$

$$= 2,1 \text{ ton}$$

REKAPITULASI BERAT DWT DAN LWT

REKAPITULASI PERHITUNGAN DEAD WEIGHT

2.1 Muatan Kapal (Payload)		=	40,455	ton
2.2. Kru dan Provision				
1. Berat kru		=	22,5	ton
2. Berat air tawar		=	35,7	ton
3. Berat Provision dan Store		=	2,1	ton
2.3. Bahan bakar permesinan				
1. Heavy fuel oil		=	57,22603	ton
2. marine diesel oil		=	11,44521	ton
3. Lubrication oil		=	1,200762	ton
TOTAL DWT		=	170,627	ton

Rekapitulasi Perhitungan LWT			
1. Berat Alumunium	=	166,93	ton
2. Berat Peralatan	=	67,31948	ton
3. Berat Propulsi dan Mesin	=	26,06121	ton
Total Berat LWT	=	260,31	ton

PERHITUNGAN TITIK BERAT

1. Berat baja

$W_{ST} =$	166,93	ton
$KG =$	3,1830	m
$LCG \text{ dr FP} =$	25,24	m

2. Berat equipment & outfit

$W_{E\&O} =$	67,32	ton
$KG =$	6,19	m
$LCG \text{ dr FP} =$	27,30	m

3. Berat machinery plant

$W_M =$	26,06	ton
$KG =$	2,23	m
$LCG \text{ dr FP} =$	36,40	m

4. Berat Consumable

$W_{consum} =$	130,17	ton
$KG =$	0,76	m
$LCG \text{ dr FP} =$	32,00	m

5. Payload

$W_{payload} =$	40	ton
$KG = (H - H_{db}) * 0,5 + H_{db} =$	5,55	m
$LCG \text{ dr FP} =$	21,72	m

6. Berat Total

$[LWT + DWT] = \Sigma W =$	430,94	ton
$LWT(\text{berat baja, equipment\&outfit, berat machinery plant}) =$	260,31	ton
$KG \text{ Total} = (\Sigma W \times KG / \Sigma W) =$	3,09	m
$LCG \text{ dr FP (Total)} = (\Sigma W \times LCG / \Sigma W) =$	27,95	m

PERHITUNGAN LAMBUNG TIMBUL

Perhitungan Freeboard

Ref: International Convention on Load Lines (ICLL), 1966/1988

Tipe kapal

Type A Ships = Kapal dengan persyaratan salah satu dari :

- Kapal yang didisain memuat muatan cair dalam bulk.
- Kapal yang mempunyai integritas tinggi pada geladak terbuka dengan akses bukaan ke kompartemen yang kecil, ditutup sekat penutup baja yang kedap atau material yang equivalent.
- Mempunyai permeabilitas yang rendah pada ruang muat yang terisi penuh. seperti : Tanker, LNG carrier

Type B Ships = Kapal yang tidak memenuhi persyaratan kapal tipe A.

Type of Ship = B

Freeboard untuk kapal Patroli (Warship)

Ref. ICLL 1966/1988

Warships are not subject to the freeboard regulations.

Perhitungan Freeboard Standar

Ref: ICLL 1966/1988 Reg. 28/2

ukuran standard freeboard dalam tabel untuk tipe B dengan fungsi panjang kapal.

$$Fb_1 = 443 \text{ mm}$$

Koreksi freeboard untuk kapal dibawah 100 m

Ref: ICLL 1966/1988 Reg. 28/2

Ukuran standard freeboard telah diatur dalam tabel Table for 'B' Ships dengan fungsi panjang kapal.

dengan panjang efektif mencapai 35%L.

Jika L kapal > 100 tidak ada koreksi

$$L = 50,8$$

$$Fb = 7,5 \times (100 - L) \times (0,35 - (E/L))$$

$$E = \text{panjang efektif dari superstructure}$$

$$= 22 \text{ m}$$

$$Fb_2 = -30,6531 \text{ mm}$$

Koreksi Cb

Ref: ICLL 1966/1988 Reg. 31

$$Fb = (Cb + 0,68)/1,36$$

$$Fb_3 = 0,875 \text{ mm}$$

PERHITUNGAN LAMBUNG TIMBUL

koreksi Superstructure and Trunks

Ref: ICLL 1966/1988 Reg. 37

E = Panjang efektif dari superstructure

$$= 90 \text{ m}$$

$$E = < 1.0 L$$

$$E = 0,433071 \% L$$

Type B, Ships with forecastle and detached bridge

0,4	L	27,5	%L
0,5	L	36	%L

$$\text{interpolasi} = 63,0455 \%L$$

$$Fb_4 = \% \times Fb_1$$

$$Fb_4 = -19,3254 \text{ mm}$$

Total Minimum Freeboard

$$\text{Total } Fb_{\text{Min}} = Fb_1 + Fb_2 + Fb_3 + Fb_4$$

$$= 393,8964$$

$$Fb_{\text{kapal}} = H-T$$

$$Fb_{\text{kapal}} = 1968 \text{ mm} \quad (\text{accepted})$$

PERHITUNGAN TRIM

[Referensi : Chapter 11 Parametric Design , Michael G. Parsons]

Input Data

L =	50,800	m	Disp =	519,74	m ³
B =	7,800	m	KG =	3,09	m ³
T =	2,500	m	LCG _{LWT} dr FP =	27,95	m
C _M =	0,786		LCB dr FP =	25,40	m
C _B =	0,514				
C _{WP} =	0,792				

Perhitungan :

Hydrostatic Properties

KB

$$KB/T = KB/T = 0.90 - 0.30 C_M - 0.1 C_B = 0,6129 \quad (\text{parametric design hal 11-18})$$

$$KB = 1,53$$

BM_T

$$C_I (\text{transverse inertia coefficient}) = 0.1216 C_{WP} - 0.0410 = 0,0553$$

(parametric hal 11-19)

$$I_T = C_I \cdot$$

$$LB^3 = 1332,977$$

BM_T (jarak antara titik tekan buoyancy terhadap titik metacenter secara melintang)

$$BM_T =$$

$$I_T/vol = 2,56 \quad m$$

BM_L

C_{IL} (longitudinal inertia coefficient)

$$C_{IL} = 0.350 C_{WP}^2 - 0.405 C_{WP} + 0.146 = 0,0448$$

IL (moment of inertia of waterplane relative to ship's longitudinal axis)

$$I_L = C_{IL} \cdot$$

$$BL^3 = 45775,31$$

BM_L (jarak antara titik tekan buoyancy terhadap titik metacenter secara memanjang)

$$BM_L =$$

$$I_L/vol = 88,07 \quad m$$

$$G_{ML} = BM_L + KG - KB = 86,52 \quad m$$

PERHITUNGAN TRIM

$$\text{Trim} = \text{TA} - \text{TF}$$

$$\text{Trim} = (\text{LCG} - \text{LCB}) \cdot L / G_{ML}$$

$$= 1,495 \text{ m} \quad (\text{Parametric Design 11-27})$$

Kondisi Trim (karena jika nilai trim < 0 maka trim haluan, > 0 trim
trim= Buritan buritan, = 0 even keel)

Batasan Trim

$$\text{Selisih LCG \& LCB} = 2,546$$

$$0.1\%L_{pp} = 0,508$$

Kondisi

Total = accepted (karena selisih LCG & LCB < 0.1% Lpp)

Stability Calculation - TA Kapal Patroli Aluminium

Loadcase - Lightship

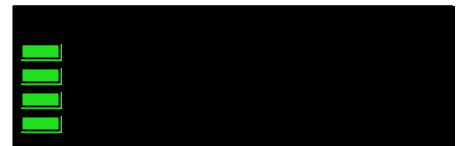
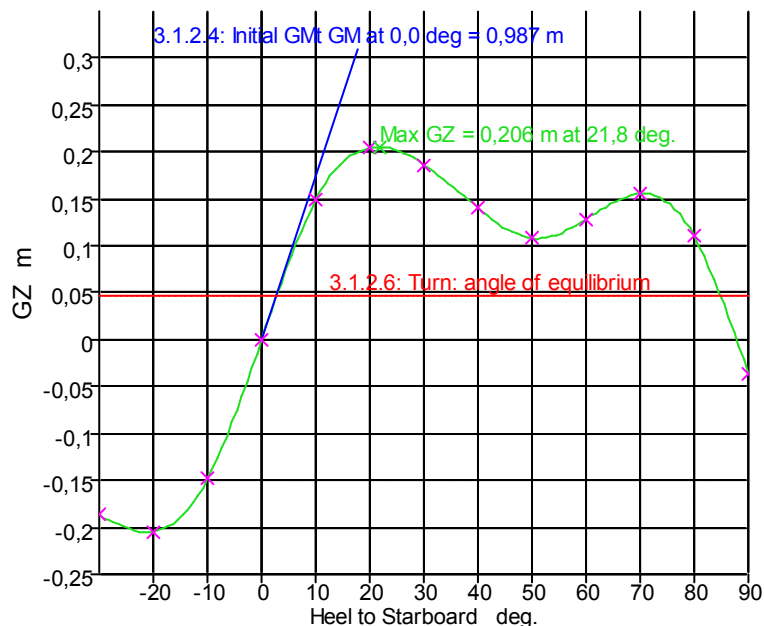
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	166,930	166,930			25,260	0,000	3,180	0,000	User Specified
Equipment & Outfitting	1	67,320	67,320			23,500	0,000	6,190	0,000	User Specified
Machinery	1	26,060	26,060			14,400	0,000	2,230	0,000	User Specified
Crew	0	0,075	0,000			22,800	0,000	5,900	0,000	User Specified
Weaponary	1	40,000	40,000			29,081	0,000	5,550	0,000	User Specified
WBT	0%	27,210	0,000	26,547	0,000	35,872	0,000	0,000	0,000	Maximum
FOT 1 (PS)	0%	18,611	0,000	19,709	0,000	28,150	0,000	0,000	0,000	Maximum
FOT 1 (SB)	0%	18,611	0,000	19,709	0,000	28,150	0,000	0,000	0,000	Maximum
FOT 2 (PS)	0%	16,980	0,000	17,982	0,000	21,997	0,000	0,000	0,000	Maximum
FOT 2 (SB)	0%	16,980	0,000	17,982	0,000	21,997	0,000	0,000	0,000	Maximum
FOT 3 (PS)	0%	15,341	0,000	16,246	0,000	17,863	0,000	0,011	0,000	Maximum
FOT 3 (SB)	0%	15,341	0,000	16,246	0,000	17,863	0,000	0,011	0,000	Maximum
Sewage	0%	1,778	0,000	1,948	0,000	11,393	0,000	0,242	0,000	Maximum
DOT (PS)	0%	0,738	0,000	0,879	0,000	10,800	3,386	2,750	0,000	Maximum
DOT (SB)	0%	0,738	0,000	0,879	0,000	10,800	-3,386	2,750	0,000	Maximum
FWT (PS)	0%	3,407	0,000	3,407	0,000	4,183	-3,000	1,846	0,000	Maximum
FWT (SB)	0%	3,407	0,000	3,407	0,000	4,183	3,000	1,846	0,000	Maximum
Total Loadcase			300,310	144,939	0,000	24,432	0,000	4,088	0,000	
FS correction								0,000		
VCG fluid								4,088		



Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0
GZ m	-0,186	-0,205	-0,148	0,000	0,148	0,205	0,186
Area under GZ curve from zero heel m.deg	4,6319	2,6410	0,7911	0,0000	0,7914	2,6389	4,6378
Displacement t	300,3	300,3	300,3	300,3	300,3	300,3	300,3
Draft at FP m	1,749	1,848	1,874	1,865	1,874	1,848	1,749

Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0
Draft at AP m	1,218	1,591	1,829	1,927	1,829	1,591	1,219
WL Length m	50,231	50,276	50,250	50,134	50,250	50,276	50,231
Beam max extents on WL m	6,491	6,665	7,001	7,179	7,001	6,665	6,491
Wetted Area m ²	329,199	333,045	342,515	351,636	342,511	333,044	329,193
Waterpl. Area m ²	267,690	274,455	289,762	302,290	289,758	274,454	267,688
Prismatic coeff. (Cp)	0,684	0,692	0,697	0,692	0,697	0,692	0,684
Block coeff. (Cb)	0,510	0,509	0,452	0,428	0,452	0,509	0,510
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	24,462	24,446	24,433	24,427	24,435	24,446	24,459
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	23,358	22,865	22,293	21,730	22,294	22,865	23,357
Max deck inclination deg	30,0043	20,0019	10,0001	0,0721	10,0001	20,0019	30,0043
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,6176	-0,2985	-0,0524	0,0721	-0,0530	-0,2988	-0,6165

Heel to Starboard deg	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
GZ m	0,140	0,108	0,128	0,156	0,110	-0,037
Area under GZ curve from zero heel m.deg	6,2760	7,4803	8,6255	10,0728	11,4890	11,9084
Displacement t	300,3	300,3	300,3	300,3	300,3	300,3
Draft at FP m	1,549	1,194	0,487	-1,239	-6,814	n/a
Draft at AP m	0,668	-0,178	-1,564	-4,301	-12,331	n/a
WL Length m	50,099	49,846	49,473	49,201	49,462	49,609
Beam max extents on WL m	6,478	6,741	7,322	7,374	6,762	6,396
Wetted Area m ²	329,630	338,666	348,255	366,397	360,749	325,780
Waterpl. Area m ²	268,161	277,540	281,003	270,037	247,351	233,279
Prismatic coeff. (Cp)	0,676	0,666	0,654	0,637	0,627	0,623
Block coeff. (Cb)	0,472	0,433	0,395	0,410	0,442	0,454
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	24,469	24,486	24,494	24,495	24,492	24,484
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	23,756	24,100	24,933	24,708	24,474	24,401
Max deck inclination deg	40,0064	50,0077	60,0072	70,0047	80,0019	90,0000
Trim angle (+ve by stern) deg	-1,0237	-1,5953	-2,3843	-3,5564	-6,3879	-90,0000

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = 15 m)		49	n/a
Deck Edge (immersion pos = 15 m)		50,1	n/a

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	6,9162	Pass	+119,47
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	10,0559	Pass	+95,01
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	3,1397	Pass	+82,66
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	0,344	Pass	+72,00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	1,352	Pass	+801,33
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium	10,0	deg	2,0	Pass	+80,08
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3 Angle of max. GZ	20,0	deg	73,6	Pass	+268,18

Equilibrium Calculation - TA Kapal Patroli Alumunium

Loadcase - Lightship

Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Draft Amidships m	1,896
Displacement t	300,3
Heel deg	0,0
Draft at FP m	1,865
Draft at AP m	1,927
Draft at LCF m	1,900
Trim (+ve by stern) m	0,062
WL Length m	50,134
Beam max extents on WL m	7,179
Wetted Area m ²	351,645
Waterpl. Area m ²	302,301
Prismatic coeff. (Cp)	0,692
Block coeff. (Cb)	0,428
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,618
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,840
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	24,426
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	21,729
KB m	1,253
KG fluid m	4,088
BMt m	3,822
BML m	164,164
GMt corrected m	0,988
GML m	161,330
KMt m	5,076
KML m	165,417
Immersion (TPc) tonne/cm	3,099
MTc tonne.m	9,832
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	5,176
Max deck inclination deg	0,0725
Trim angle (+ve by stern) deg	0,0725

Key point	Type	Freeboard m
Margin Line (freeboard pos = -1,779 m)		2,844
Deck Edge (freeboard pos = -1,779 m)		2,92

Stability Calculation - TA Kapal Patroli Alumunium

Loadcase - Full Payload and Crew Max. Consumable

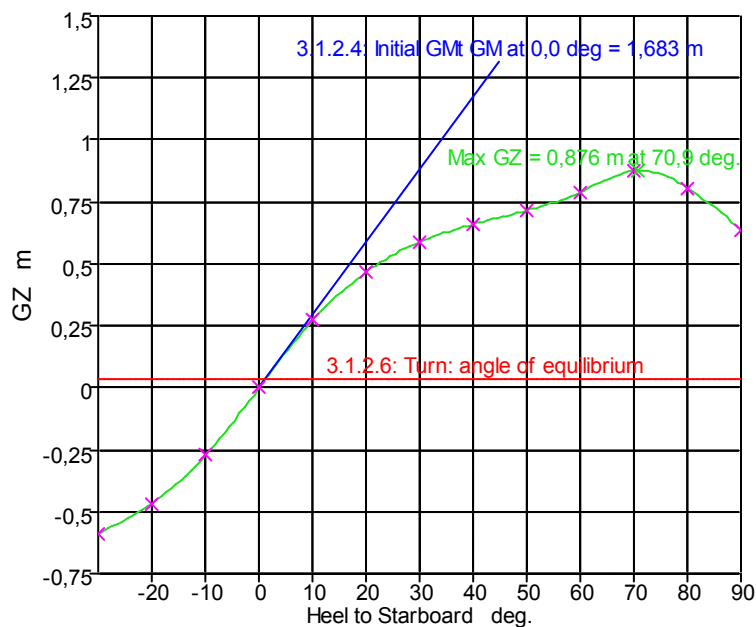
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	166,930	166,930			25,260	0,000	3,180	0,000	User Specified
Equipment & Outfitting	1	67,320	67,320			23,500	0,000	6,190	0,000	User Specified
Machinery	1	26,060	26,060			14,400	0,000	2,230	0,000	User Specified
Crew	36	0,075	2,700			22,800	0,000	5,900	0,000	User Specified
Weaponary	1	40,000	40,000			29,081	0,000	5,550	0,000	User Specified
WBT	0%	27,210	0,000	26,547	0,000	35,872	0,000	0,000	0,000	Maximum
FOT 1 (PS)	98%	18,611	18,239	19,709	19,315	28,150	-1,134	0,947	0,000	Maximum
FOT 1 (SB)	98%	18,611	18,239	19,709	19,315	28,150	1,134	0,947	0,000	Maximum
FOT 2 (PS)	98%	16,980	16,641	17,982	17,622	21,202	-1,150	0,951	0,000	Maximum
FOT 2 (SB)	98%	16,980	16,641	17,982	17,622	21,202	1,150	0,951	0,000	Maximum
FOT 3 (PS)	98%	15,341	15,035	16,246	15,921	14,730	-1,102	0,970	0,000	Maximum
FOT 3 (SB)	98%	15,341	15,035	16,246	15,921	14,730	1,102	0,970	0,000	Maximum
Sewage	5%	1,778	0,089	1,948	0,097	10,964	0,000	0,389	0,308	Maximum
DOT (PS)	98%	0,738	0,724	0,879	0,861	10,800	3,398	3,119	0,000	Maximum
DOT (SB)	98%	0,738	0,724	0,879	0,861	10,800	-3,398	3,119	0,000	Maximum
FWT (PS)	100%	3,407	3,407	3,407	3,407	2,725	-3,404	2,832	0,000	Maximum
FWT (SB)	100%	3,407	3,407	3,407	3,407	2,725	3,404	2,832	0,000	Maximum
Total Loadcase			411,187	144,939	114,350	23,370	0,000	3,314	0,308	
FS correction								0,001		
VCG fluid								3,315		



Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0
GZ m	-0,588	-0,468	-0,273	0,000	0,273	0,468	0,588
Area under GZ curve from zero heel m.deg	10,4954	5,1811	1,4028	0,0000	1,4035	5,1778	10,5075
Displacement t	411,2	411,2	411,2	411,2	411,2	411,2	411,2
Draft at FP m	2,014	2,111	2,146	2,156	2,147	2,111	2,013

Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0
Draft at AP m	1,811	2,096	2,256	2,303	2,256	2,096	1,812
WL Length m	50,526	50,551	50,531	50,471	50,531	50,551	50,525
Beam max extents on WL m	6,882	7,111	7,391	7,502	7,391	7,111	6,882
Wetted Area m ²	381,829	386,369	394,971	400,773	394,969	386,353	381,845
Waterpl. Area m ²	298,027	306,779	321,465	331,153	321,464	306,770	298,037
Prismatic coeff. (Cp)	0,742	0,742	0,729	0,725	0,729	0,742	0,742
Block coeff. (Cb)	0,552	0,559	0,493	0,472	0,493	0,559	0,552
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	23,378	23,370	23,365	23,364	23,366	23,370	23,373
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	22,782	22,285	21,649	21,205	21,650	22,286	22,780
Max deck inclination deg	30,0006	20,0000	10,0008	0,1717	10,0008	20,0000	30,0006
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,2353	-0,0163	0,1274	0,1717	0,1269	-0,0165	-0,2330

Heel to Starboard deg	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
GZ m	0,659	0,715	0,789	0,875	0,806	0,637
Area under GZ curve from zero heel m.deg	16,7697	23,6444	31,1342	39,5177	48,0538	55,3100
Displacement t	411,2	411,2	411,2	411,2	411,2	411,2
Draft at FP m	1,813	1,453	0,722	-0,893	-5,997	n/a
Draft at AP m	1,384	0,722	-0,309	-2,357	-8,237	n/a
WL Length m	50,429	50,379	49,726	49,532	49,832	50,028
Beam max extents on WL m	6,862	7,133	7,790	7,509	6,906	6,562
Wetted Area m ²	380,281	393,661	406,677	419,012	411,325	374,490
Waterpl. Area m ²	296,900	296,559	302,894	282,180	257,717	243,413
Prismatic coeff. (Cp)	0,740	0,733	0,726	0,706	0,692	0,685
Block coeff. (Cb)	0,519	0,482	0,444	0,475	0,540	0,524
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	23,384	23,391	23,390	23,391	23,389	23,382
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	23,237	24,155	24,968	24,815	24,574	24,368
Max deck inclination deg	40,0015	50,0022	60,0018	70,0011	80,0003	90,0000
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,4989	-0,8502	-1,1985	-1,7013	-2,6027	-90,0000

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = -1,779 m)		38,6	n/a
Deck Edge (immersion pos = 15 m)		41,4	n/a

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	10,5075	Pass	+233,43
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	16,7697	Pass	+225,21
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	6,2622	Pass	+264,31
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	0,876	Pass	+338,00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	1,683	Pass	+1022,00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium	10,0	deg	1,2	Pass	+88,49
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3 Angle of max. GZ	20,0	deg	70,9	Pass	+254,55

Equilibrium Calculation - TA Kapal Patroli Alumunium

Loadcase - Full Payload and Crew Max. Consumable

Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Draft Amidships m	2,229
Displacement t	411,2
Heel deg	0,0
Draft at FP m	2,155
Draft at AP m	2,303
Draft at LCF m	2,240
Trim (+ve by stern) m	0,148
WL Length m	50,471
Beam max extents on WL m	7,502
Wetted Area m ²	400,773
Waterpl. Area m ²	331,153
Prismatic coeff. (Cp)	0,725
Block coeff. (Cb)	0,472
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,651
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,875
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	23,364
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	21,205
KB m	1,475
KG fluid m	3,315
BMt m	3,523
BML m	140,885
GMt corrected m	1,683
GML m	139,045
KMt m	4,998
KML m	142,359
Immersion (TPC) tonne/cm	3,394
MTc tonne.m	11,602
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	12,077
Max deck inclination deg	0,1718
Trim angle (+ve by stern) deg	0,1718

Key point	Type	Freeboard m
Margin Line (freeboard pos = -1,779 m)		2,465
Deck Edge (freeboard pos = -1,779 m)		2,541

Stability Calculation - TA Kapal Patroli Aluminium

Loadcase - Full Payload and Crew 50% Consumable

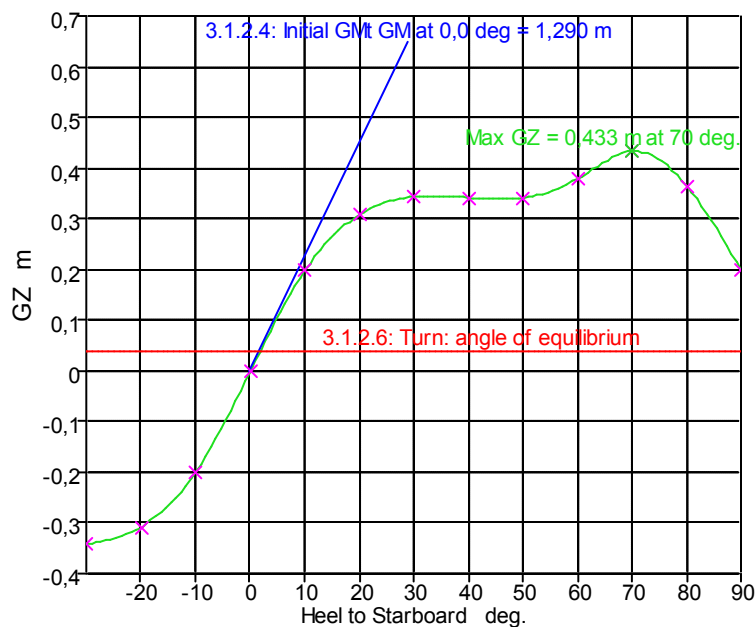
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	166,930	166,930			25,260	0,000	3,180	0,000	User Specified
Equipment & Outfitting	1	67,320	67,320			23,500	0,000	6,190	0,000	User Specified
Machinery	1	26,060	26,060			14,400	0,000	2,230	0,000	User Specified
Crew	36	0,075	2,700			22,800	0,000	5,900	0,000	User Specified
Weaponary	1	40,000	40,000			29,081	0,000	5,550	0,000	User Specified
WBT	0%	27,210	0,000	26,547	0,000	35,872	0,000	0,000	0,000	Maximum
FOT 1 (PS)	50%	18,611	9,305	19,709	9,854	28,150	-0,884	0,660	13,075	Maximum
FOT 1 (SB)	50%	18,611	9,305	19,709	9,854	28,150	0,884	0,660	13,075	Maximum
FOT 2 (PS)	50%	16,980	8,490	17,982	8,991	21,203	-0,888	0,663	12,931	Maximum
FOT 2 (SB)	50%	16,980	8,490	17,982	8,991	21,203	0,888	0,663	12,931	Maximum
FOT 3 (PS)	50%	15,341	7,671	16,246	8,123	14,797	-0,876	0,697	10,068	Maximum
FOT 3 (SB)	50%	15,341	7,671	16,246	8,123	14,797	0,876	0,697	10,068	Maximum
Sewage	30%	1,778	0,534	1,948	0,584	10,836	0,000	0,555	0,308	Maximum
DOT (PS)	50%	0,738	0,369	0,879	0,440	10,800	3,397	2,939	0,084	Maximum
DOT (SB)	50%	0,738	0,369	0,879	0,440	10,800	-3,397	2,939	0,084	Maximum
FWT (PS)	50%	3,407	1,703	3,407	1,703	2,750	-3,360	2,486	0,182	Maximum
FWT (SB)	50%	3,407	1,703	3,407	1,703	2,750	3,360	2,486	0,182	Maximum
Total Loadcase			358,621	144,939	58,807	23,793	0,000	3,594	72,987	
FS correction								0,204		
VCG fluid								3,797		



Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0
GZ m	-0,343	-0,308	-0,198	0,000	0,198	0,308	0,343
Area under GZ curve from zero heel m.deg	6,9428	3,6520	1,0387	0,0000	1,0393	3,6493	6,9521
Displacement t	358,6	358,6	358,6	358,6	358,6	358,6	358,6
Draft at FP m	1,887	1,984	2,016	2,018	2,016	1,985	1,886

Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0
Draft at AP m	1,544	1,869	2,064	2,132	2,064	1,869	1,544
WL Length m	50,381	50,421	50,399	50,323	50,399	50,421	50,380
Beam max extents on WL m	6,701	6,909	7,225	7,375	7,225	6,909	6,700
Wetted Area m ²	357,915	362,181	371,593	380,285	371,591	362,181	357,896
Waterpl. Area m ²	284,725	292,518	308,158	320,815	308,155	292,517	284,715
Prismatic coeff. (Cp)	0,718	0,722	0,718	0,710	0,718	0,722	0,718
Block coeff. (Cb)	0,535	0,541	0,477	0,452	0,477	0,541	0,535
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	23,812	23,798	23,790	23,787	23,791	23,799	23,809
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	23,003	22,501	21,878	21,287	21,878	22,501	23,001
Max deck inclination deg	30,0018	20,0004	10,0002	0,1326	10,0001	20,0004	30,0018
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,3992	-0,1344	0,0561	0,1326	0,0557	-0,1347	-0,3974

Heel to Starboard deg	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
GZ m	0,341	0,342	0,379	0,433	0,364	0,198
Area under GZ curve from zero heel m.deg	10,3887	13,7853	17,3461	21,4546	25,5569	28,4106
Displacement t	358,6	358,6	358,6	358,7	358,6	358,6
Draft at FP m	1,693	1,330	0,616	-1,052	-6,374	n/a
Draft at AP m	1,050	0,307	-0,895	-3,273	-10,165	n/a
WL Length m	50,278	50,268	49,619	49,383	49,665	49,837
Beam max extents on WL m	6,684	6,950	7,589	7,446	6,840	6,485
Wetted Area m ²	357,913	369,607	378,720	394,514	387,591	351,924
Waterpl. Area m ²	284,358	289,711	294,029	277,415	253,157	239,076
Prismatic coeff. (Cp)	0,713	0,703	0,696	0,677	0,665	0,660
Block coeff. (Cb)	0,500	0,460	0,423	0,447	0,506	0,494
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	23,817	23,831	23,831	23,833	23,830	23,822
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	23,414	23,999	24,968	24,737	24,528	24,394
Max deck inclination deg	40,0034	50,0043	60,0039	70,0025	80,0009	90,0000
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,7477	-1,1893	-1,7566	-2,5813	-4,3988	-90,0000

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = -1,779 m)		43,8	n/a
Deck Edge (immersion pos = 15 m)		45,4	n/a

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	6,9521	Pass	+120,61
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	10,3887	Pass	+101,46
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	3,4365	Pass	+99,93
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	0,433	Pass	+116,50
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	1,290	Pass	+760,00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium	10,0	deg	1,8	Pass	+82,15
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3 Angle of max. GZ	20,0	deg	70,0	Pass	+250,00

Equilibrium Calculation - TA Kapal Patroli Alumunium

Loadcase - Full Payload and Crew 50% Consumable

Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Draft Amidships m	2,075
Displacement t	358,6
Heel deg	0,0
Draft at FP m	2,018
Draft at AP m	2,132
Draft at LCF m	2,082
Trim (+ve by stern) m	0,114
WL Length m	50,323
Beam max extents on WL m	7,375
Wetted Area m ²	380,284
Waterpl. Area m ²	320,814
Prismatic coeff. (Cp)	0,710
Block coeff. (Cb)	0,452
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,636
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,864
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	23,788
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	21,287
KB m	1,374
KG fluid m	3,797
BMt m	3,714
BML m	153,239
GMt corrected m	1,290
GML m	150,815
KMt m	5,088
KML m	154,612
Immersion (TPC) tonne/cm	3,288
MTc tonne.m	10,976
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	8,076
Max deck inclination deg	0,1322
Trim angle (+ve by stern) deg	0,1322

Key point	Type	Freeboard m
Margin Line (freeboard pos = -1,779 m)		2,638
Deck Edge (freeboard pos = -1,779 m)		2,714

Stability Calculation - TA Kapal Patroli Aluminium

Loadcase - Full Payload and Crew 10% Consumable

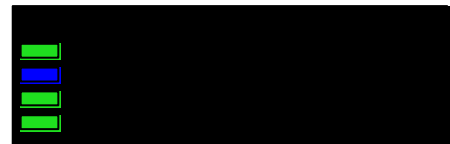
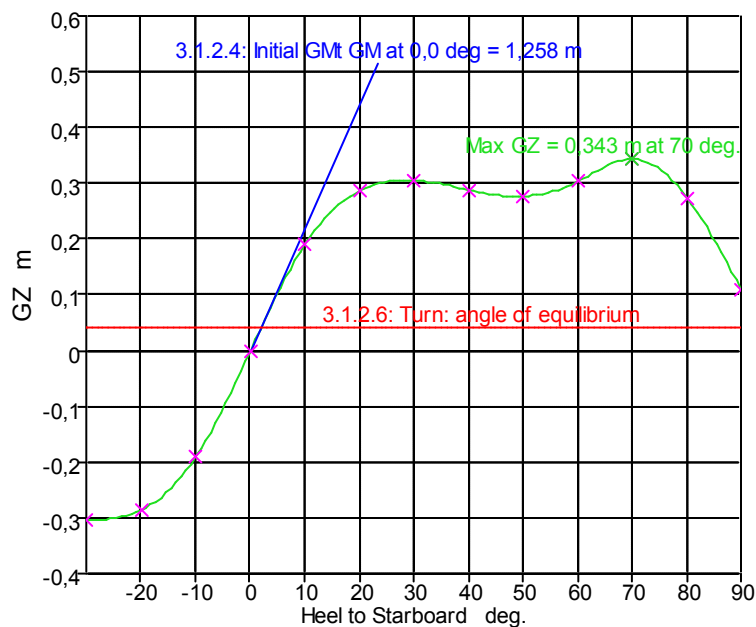
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	166,930	166,930			25,260	0,000	3,180	0,000	User Specified
Equipment & Outfitting	1	67,320	67,320			23,500	0,000	6,190	0,000	User Specified
Machinery	1	26,060	26,060			14,400	0,000	2,230	0,000	User Specified
Crew	36	0,075	2,700			22,800	0,000	5,900	0,000	User Specified
Weaponary	1	40,000	40,000			29,081	0,000	5,550	0,000	User Specified
WBT	0%	27,210	0,000	26,547	0,000	35,872	0,000	0,000	0,000	Maximum
FOT 1 (PS)	10%	18,611	1,861	19,709	1,971	28,149	-0,418	0,288	13,075	Maximum
FOT 1 (SB)	10%	18,611	1,861	19,709	1,971	28,149	0,418	0,288	13,075	Maximum
FOT 2 (PS)	10%	16,980	1,698	17,982	1,798	21,210	-0,420	0,291	12,931	Maximum
FOT 2 (SB)	10%	16,980	1,698	17,982	1,798	21,210	0,420	0,291	12,931	Maximum
FOT 3 (PS)	10%	15,341	1,534	16,246	1,625	15,090	-0,426	0,348	10,068	Maximum
FOT 3 (SB)	10%	15,341	1,534	16,246	1,625	15,090	0,426	0,348	10,068	Maximum
Sewage	50%	1,778	0,889	1,948	0,974	10,822	0,000	0,668	0,308	Maximum
DOT (PS)	10%	0,738	0,074	0,879	0,088	10,800	3,389	2,788	0,084	Maximum
DOT (SB)	10%	0,738	0,074	0,879	0,088	10,800	-3,389	2,788	0,084	Maximum
FWT (PS)	10%	3,407	0,341	3,407	0,341	2,902	-3,225	2,140	0,182	Maximum
FWT (SB)	10%	3,407	0,341	3,407	0,341	2,902	3,225	2,140	0,182	Maximum
Total Loadcase			274,915	144,939	12,618	23,541	0,000	3,736	72,987	
FS correction								0,155		
VCG fluid								3,890		



Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0
GZ m	-0,305	-0,286	-0,191	0,000	0,191	0,286	0,305
Area under GZ curve from zero heel m.deg	6,4668	3,4757	1,0050	0,0000	1,0055	3,4732	6,4754
Displacement t	341,9	341,9	341,9	341,9	341,9	341,9	341,9
Draft at FP m	1,744	1,849	1,886	1,890	1,886	1,849	1,743

Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0
Draft at AP m	1,543	1,872	2,070	2,139	2,070	1,872	1,544
WL Length m	50,258	50,306	50,289	50,217	50,290	50,306	50,257
Beam max extents on WL m	6,602	6,809	7,174	7,336	7,174	6,809	6,601
Wetted Area m ²	350,262	354,648	364,592	373,602	364,590	354,647	350,254
Waterpl. Area m ²	280,519	288,219	304,413	317,418	304,411	288,218	280,516
Prismatic coeff. (Cp)	0,727	0,728	0,710	0,702	0,710	0,728	0,727
Block coeff. (Cb)	0,542	0,551	0,470	0,444	0,470	0,551	0,542
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	23,503	23,489	23,480	23,477	23,481	23,489	23,500
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	22,848	22,343	21,725	21,136	21,725	22,343	22,847
Max deck inclination deg	30,0006	20,0000	10,0022	0,2894	10,0022	20,0000	30,0006
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,2329	0,0275	0,2144	0,2894	0,2140	0,0272	-0,2314

Heel to Starboard deg	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
GZ m	0,288	0,277	0,304	0,343	0,274	0,109
Area under GZ curve from zero heel m.deg	9,4549	12,2579	15,1211	18,3979	21,5916	23,5542
Displacement t	341,9	341,9	341,9	341,9	341,9	341,9
Draft at FP m	1,539	1,160	0,418	-1,380	-7,100	n/a
Draft at AP m	1,045	0,296	-0,919	-3,291	-10,191	n/a
WL Length m	50,145	50,119	49,418	49,115	49,374	49,520
Beam max extents on WL m	6,580	6,842	7,470	7,408	6,802	6,445
Wetted Area m ²	350,202	361,594	368,918	386,713	380,623	343,977
Waterpl. Area m ²	280,155	285,889	289,213	274,291	250,212	236,071
Prismatic coeff. (Cp)	0,721	0,711	0,704	0,688	0,676	0,671
Block coeff. (Cb)	0,504	0,463	0,425	0,447	0,518	0,500
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	23,509	23,524	23,528	23,524	23,520	23,513
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	23,272	23,832	24,818	24,562	24,349	24,203
Max deck inclination deg	40,0020	50,0031	60,0030	70,0018	80,0006	90,0000
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,5748	-1,0042	-1,5536	-2,2207	-3,5894	-90,0000

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = -1,779 m)		43,8	n/a
Deck Edge (immersion pos = 15 m)		46,1	n/a

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	6,4754	Pass	+105,48
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	9,4549	Pass	+83,35
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	2,9795	Pass	+73,34
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	0,343	Pass	+71,50
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	1,258	Pass	+738,67
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium	10,0	deg	2,0	Pass	+80,35
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3 Angle of max. GZ	20,0	deg	70,0	Pass	+250,00

Equilibrium Calculation - TA Kapal Patroli Alumunium

Loadcase - Full Payload and Crew 10% Consumable

Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Draft Amidships m	2,014
Displacement t	341,9
Heel deg	0,0
Draft at FP m	1,890
Draft at AP m	2,138
Draft at LCF m	2,032
Trim (+ve by stern) m	0,248
WL Length m	50,217
Beam max extents on WL m	7,336
Wetted Area m ²	373,601
Waterpl. Area m ²	317,416
Prismatic coeff. (Cp)	0,702
Block coeff. (Cb)	0,444
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,632
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,862
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	23,478
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	21,137
KB m	1,342
KG fluid m	3,890
BMt m	3,806
BML m	157,885
GMt corrected m	1,258
GML m	155,337
KMt m	5,148
KML m	159,225
Immersion (TPC) tonne/cm	3,254
MTc tonne.m	10,778
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	7,504
Max deck inclination deg	0,2888
Trim angle (+ve by stern) deg	0,2888

Key point	Type	Freeboard m
Margin Line (freeboard pos = -1,779 m)		2,627
Deck Edge (freeboard pos = -1,779 m)		2,702

Stability Calculation - TA Kapal Patroli Aluminium

Loadcase - No Payload Max. Consumable

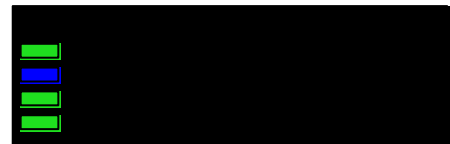
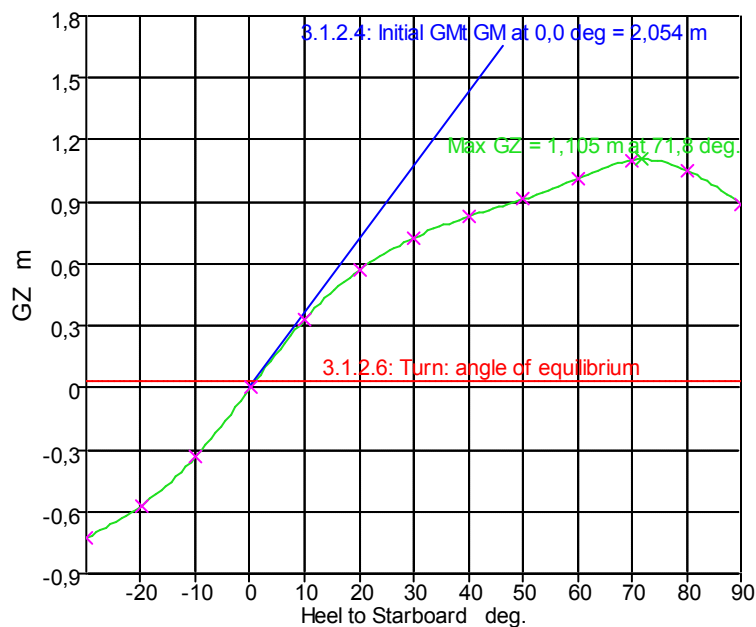
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	166,930	166,930			25,260	0,000	3,180	0,000	User Specified
Equipment & Outfitting	1	67,320	67,320			23,500	0,000	6,190	0,000	User Specified
Machinery	1	26,060	26,060			14,400	0,000	2,230	0,000	User Specified
Crew	36	0,075	2,700			22,800	0,000	5,900	0,000	User Specified
Weaponary	0	40,000	0,000			29,081	0,000	5,550	0,000	User Specified
WBT	0%	27,210	0,000	26,547	0,000	35,872	0,000	0,000	0,000	Maximum
FOT 1 (PS)	98%	18,611	18,239	19,709	19,315	28,150	-1,134	0,947	0,000	Maximum
FOT 1 (SB)	98%	18,611	18,239	19,709	19,315	28,150	1,134	0,947	0,000	Maximum
FOT 2 (PS)	98%	16,980	16,641	17,982	17,622	21,202	-1,150	0,951	0,000	Maximum
FOT 2 (SB)	98%	16,980	16,641	17,982	17,622	21,202	1,150	0,951	0,000	Maximum
FOT 3 (PS)	98%	15,341	15,035	16,246	15,921	14,730	-1,102	0,970	0,000	Maximum
FOT 3 (SB)	98%	15,341	15,035	16,246	15,921	14,730	1,102	0,970	0,000	Maximum
Sewage	5%	1,778	0,089	1,948	0,097	10,964	0,000	0,389	0,308	Maximum
DOT (PS)	98%	0,738	0,724	0,879	0,861	10,800	3,398	3,119	0,000	Maximum
DOT (SB)	98%	0,738	0,724	0,879	0,861	10,800	-3,398	3,119	0,000	Maximum
FWT (PS)	100%	3,407	3,407	3,407	3,407	2,725	-3,404	2,832	0,000	Maximum
FWT (SB)	100%	3,407	3,407	3,407	3,407	2,725	3,404	2,832	0,000	Maximum
Total Loadcase			371,187	144,939	114,350	22,754	0,000	3,073	0,308	
FS correction								0,001		
VCG fluid								3,074		



Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0
GZ m	-0,726	-0,572	-0,333	0,000	0,333	0,572	0,726
Area under GZ curve from zero heel m.deg	12,8547	6,3261	1,7131	0,0000	1,7138	6,3229	12,8664
Displacement t	371,2	371,2	371,2	371,2	371,2	371,2	371,2
Draft at FP m	1,701	1,815	1,862	1,876	1,863	1,815	1,700

Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0
Draft at AP m	1,793	2,088	2,254	2,304	2,254	2,088	1,793
WL Length m	50,257	50,300	50,291	50,236	50,292	50,300	50,257
Beam max extents on WL m	6,692	6,962	7,291	7,439	7,291	6,962	6,692
Wetted Area m ²	364,112	368,854	378,751	385,367	378,750	368,838	364,111
Waterpl. Area m ²	288,468	296,923	313,148	323,881	313,147	296,913	288,468
Prismatic coeff. (Cp)	0,749	0,729	0,712	0,707	0,712	0,729	0,749
Block coeff. (Cb)	0,558	0,550	0,477	0,453	0,477	0,550	0,558
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	22,751	22,745	22,740	22,739	22,742	22,745	22,748
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	22,476	21,969	21,352	20,906	21,353	21,970	22,474
Max deck inclination deg	30,0001	20,0021	10,0100	0,4983	10,0099	20,0021	30,0001
Trim angle (+ve by stern) deg	0,1066	0,3175	0,4556	0,4983	0,4551	0,3173	0,1080

Heel to Starboard deg	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
GZ m	0,829	0,912	1,008	1,102	1,051	0,888
Area under GZ curve from zero heel m.deg	20,6705	29,3765	38,9507	49,5660	60,4630	70,2084
Displacement t	371,2	371,2	371,2	371,2	371,2	371,2
Draft at FP m	1,491	1,082	0,288	-1,606	-7,583	n/a
Draft at AP m	1,331	0,669	-0,395	-2,464	-8,430	n/a
WL Length m	50,146	50,057	49,280	48,956	49,205	49,343
Beam max extents on WL m	6,637	6,890	7,521	7,426	6,825	6,479
Wetted Area m ²	363,996	374,347	383,291	399,660	392,709	356,501
Waterpl. Area m ²	288,107	287,913	293,814	275,030	251,460	237,447
Prismatic coeff. (Cp)	0,755	0,748	0,744	0,729	0,715	0,701
Block coeff. (Cb)	0,529	0,488	0,449	0,475	0,548	0,530
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	22,761	22,765	22,770	22,769	22,759	22,754
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	22,889	23,785	24,688	24,425	24,215	24,028
Max deck inclination deg	40,0002	50,0007	60,0008	70,0004	80,0000	90,0000
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,1855	-0,4804	-0,7942	-0,9969	-0,9852	90,0000

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = -1,779 m)		39,2	n/a
Deck Edge (immersion pos = 15 m)		43,3	n/a

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	12,8664	Pass	+308,29
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	20,6705	Pass	+300,86
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	7,8041	Pass	+354,02
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	1,105	Pass	+452,50
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	2,054	Pass	+1269,33
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium	10,0	deg	0,9	Pass	+91,27
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3 Angle of max. GZ	20,0	deg	71,8	Pass	+259,09

Equilibrium Calculation - TA Kapal Patroli Alumunium

Loadcase - No Payload Max. Consumable

Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Draft Amidships m	2,090
Displacement t	371,2
Heel deg	0,0
Draft at FP m	1,875
Draft at AP m	2,304
Draft at LCF m	2,122
Trim (+ve by stern) m	0,429
WL Length m	50,236
Beam max extents on WL m	7,439
Wetted Area m ²	385,367
Waterpl. Area m ²	323,881
Prismatic coeff. (Cp)	0,707
Block coeff. (Cb)	0,453
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,643
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,867
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	22,738
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	20,906
KB m	1,404
KG fluid m	3,074
BMt m	3,725
BML m	149,995
GMt corrected m	2,054
GML m	148,325
KMt m	5,129
KML m	151,393
Immersion (TPC) tonne/cm	3,320
MTc tonne.m	11,173
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	13,308
Max deck inclination deg	0,4987
Trim angle (+ve by stern) deg	0,4987

Key point	Type	Freeboard m
Margin Line (freeboard pos = -1,779 m)		2,454
Deck Edge (freeboard pos = -1,779 m)		2,53

Stability Calculation - TA Kapal Patroli Aluminium

Loadcase - No Payload 50% Consumable

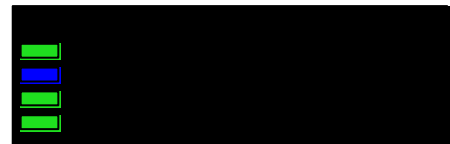
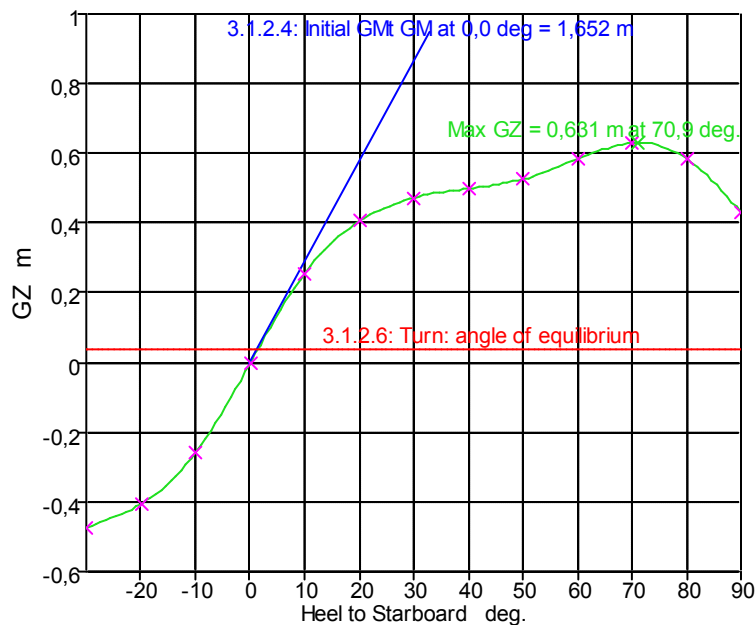
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	166,930	166,930			25,260	0,000	3,180	0,000	User Specified
Equipment & Outfitting	1	67,320	67,320			23,500	0,000	6,190	0,000	User Specified
Machinery	1	26,060	26,060			14,400	0,000	2,230	0,000	User Specified
Crew	36	0,075	2,700			22,800	0,000	5,900	0,000	User Specified
Weaponary	0	40,000	0,000			29,081	0,000	5,550	0,000	User Specified
WBT	0%	27,210	0,000	26,547	0,000	35,872	0,000	0,000	0,000	Maximum
FOT 1 (PS)	50%	18,611	9,305	19,709	9,854	28,150	-0,884	0,660	13,075	Maximum
FOT 1 (SB)	50%	18,611	9,305	19,709	9,854	28,150	0,884	0,660	13,075	Maximum
FOT 2 (PS)	50%	16,980	8,490	17,982	8,991	21,203	-0,888	0,663	12,931	Maximum
FOT 2 (SB)	50%	16,980	8,490	17,982	8,991	21,203	0,888	0,663	12,931	Maximum
FOT 3 (PS)	50%	15,341	7,671	16,246	8,123	14,797	-0,876	0,697	10,068	Maximum
FOT 3 (SB)	50%	15,341	7,671	16,246	8,123	14,797	0,876	0,697	10,068	Maximum
Sewage	30%	1,778	0,534	1,948	0,584	10,836	0,000	0,555	0,308	Maximum
DOT (PS)	50%	0,738	0,369	0,879	0,440	10,800	3,397	2,939	0,084	Maximum
DOT (SB)	50%	0,738	0,369	0,879	0,440	10,800	-3,397	2,939	0,084	Maximum
FWT (PS)	50%	3,407	1,703	3,407	1,703	2,750	-3,360	2,486	0,182	Maximum
FWT (SB)	50%	3,407	1,703	3,407	1,703	2,750	3,360	2,486	0,182	Maximum
Total Loadcase			318,621	144,939	58,807	23,130	0,000	3,348	72,987	
FS correction								0,229		
VCG fluid								3,577		



Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0
GZ m	-0,473	-0,406	-0,257	0,000	0,257	0,406	0,473
Area under GZ curve from zero heel m.deg	9,1811	4,7485	1,3397	0,0000	1,3403	4,7457	9,1911
Displacement t	318,6	318,6	318,6	318,6	318,6	318,6	318,6
Draft at FP m	1,561	1,675	1,719	1,726	1,719	1,675	1,559
Draft at AP m	1,525	1,861	2,064	2,135	2,064	1,861	1,526
WL Length m	50,100	50,158	50,149	50,079	50,149	50,158	50,098
Beam max extents on WL m	6,467	6,713	7,098	7,277	7,098	6,713	6,467
Wetted Area m^2	339,196	343,751	354,265	363,878	354,264	343,751	339,211
Waterpl. Area m^2	274,209	281,862	298,553	312,144	298,552	281,862	274,219
Prismatic coeff. (Cp)	0,736	0,718	0,698	0,689	0,698	0,718	0,736
Block coeff. (Cb)	0,548	0,544	0,460	0,432	0,460	0,544	0,549
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	23,134	23,121	23,113	23,110	23,114	23,121	23,126
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	22,664	22,158	21,546	20,953	21,546	22,158	22,660
Max deck inclination deg	30,0000	20,0010	10,0077	0,4761	10,0077	20,0010	30,0000
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,0416	0,2162	0,4008	0,4761	0,4004	0,2159	-0,0382

Heel to Starboard deg	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
GZ m	0,499	0,526	0,582	0,630	0,585	0,429
Area under GZ curve from zero heel m.deg	14,0676	19,1747	24,6968	30,8013	36,9750	42,1014
Displacement t	318,6	318,6	318,6	318,6	318,6	318,6
Draft at FP m	1,343	0,943	0,163	-1,790	-8,010	n/a
Draft at AP m	1,017	0,257	-0,983	-3,372	-10,347	n/a
WL Length m	49,971	49,691	49,004	48,759	48,989	49,099
Beam max extents on WL m	6,440	6,697	7,228	7,358	6,751	6,388
Wetted Area m^2	339,053	350,149	355,244	376,303	368,603	333,370
Waterpl. Area m^2	273,927	280,512	280,989	269,943	246,477	232,585
Prismatic coeff. (Cp)	0,730	0,722	0,715	0,701	0,690	0,684
Block coeff. (Cb)	0,508	0,467	0,432	0,444	0,522	0,508
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	23,141	23,157	23,157	23,160	23,151	23,141
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	23,099	23,596	24,536	24,330	24,144	24,017
Max deck inclination deg	40,0009	50,0019	60,0022	70,0013	80,0003	90,0000
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,3782	-0,7980	-1,3321	-1,8399	-2,7147	-90,0000

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = -1,779 m)		44,2	n/a
Deck Edge (immersion pos = 15 m)		47,3	n/a

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	9,1911	Pass	+191,66
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	14,0676	Pass	+172,81
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	4,8765	Pass	+183,70
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	0,631	Pass	+215,50
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	1,652	Pass	+1001,33
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium	10,0	deg	1,3	Pass	+87,02
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3 Angle of max. GZ	20,0	deg	70,9	Pass	+254,55

Equilibrium Calculation - TA Kapal Patroli Alumunium

Loadcase - No Payload 50% Consumable

Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Draft Amidships m	1,930
Displacement t	318,6
Heel deg	0,0
Draft at FP m	1,726
Draft at AP m	2,135
Draft at LCF m	1,961
Trim (+ve by stern) m	0,409
WL Length m	50,079
Beam max extents on WL m	7,277
Wetted Area m ²	363,877
Waterpl. Area m ²	312,141
Prismatic coeff. (Cp)	0,689
Block coeff. (Cb)	0,432
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,627
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,857
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	23,112
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	20,954
KB m	1,298
KG fluid m	3,577
BMt m	3,931
BML m	164,822
GMt corrected m	1,651
GML m	162,542
KMt m	5,228
KML m	166,114
Immersion (TPc) tonne/cm	3,199
MTc tonne.m	10,510
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	9,183
Max deck inclination deg	0,4753
Trim angle (+ve by stern) deg	0,4753

Key point	Type	Freeboard m
Margin Line (freeboard pos = -1,779 m)		2,624
Deck Edge (freeboard pos = -1,779 m)		2,7

Stability Calculation - TA Kapal Patroli Aluminium

Loadcase - No Payload 10% Consumable

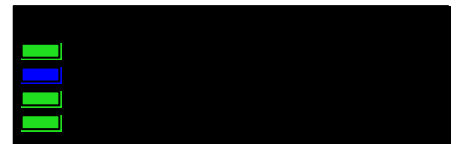
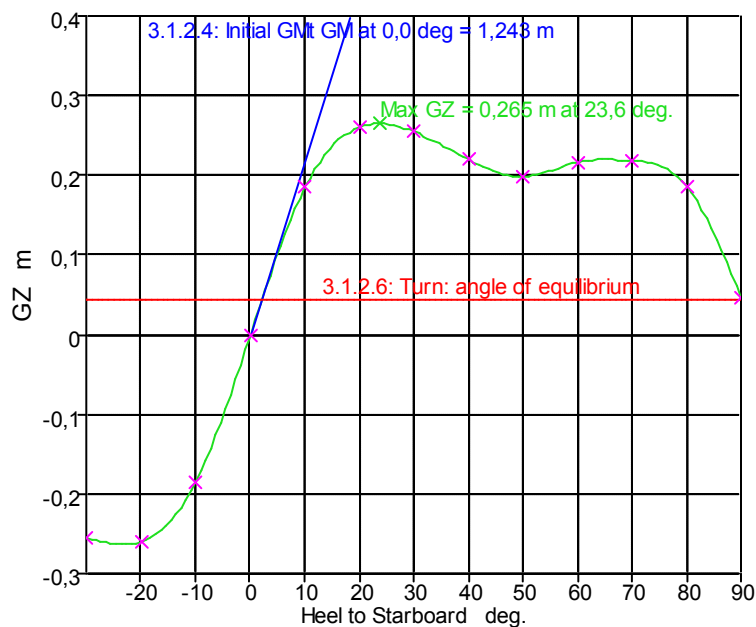
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	166,930	166,930			25,260	0,000	3,180	0,000	User Specified
Equipment & Outfitting	1	67,320	67,320			23,500	0,000	6,190	0,000	User Specified
Machinery	1	26,060	26,060			14,400	0,000	2,230	0,000	User Specified
Crew	36	0,075	2,700			22,800	0,000	5,900	0,000	User Specified
Weaponary	0	40,000	0,000			29,081	0,000	5,550	0,000	User Specified
WBT	0%	27,210	0,000	26,547	0,000	35,872	0,000	0,000	0,000	Maximum
FOT 1 (PS)	10%	18,611	1,861	19,709	1,971	28,149	-0,418	0,288	13,075	Maximum
FOT 1 (SB)	10%	18,611	1,861	19,709	1,971	28,149	0,418	0,288	13,075	Maximum
FOT 2 (PS)	10%	16,980	1,698	17,982	1,798	21,210	-0,420	0,291	12,931	Maximum
FOT 2 (SB)	10%	16,980	1,698	17,982	1,798	21,210	0,420	0,291	12,931	Maximum
FOT 3 (PS)	10%	15,341	1,534	16,246	1,625	15,090	-0,426	0,348	10,068	Maximum
FOT 3 (SB)	10%	15,341	1,534	16,246	1,625	15,090	0,426	0,348	10,068	Maximum
Sewage	50%	1,778	0,889	1,948	0,974	10,822	0,000	0,668	0,308	Maximum
DOT (PS)	10%	0,738	0,074	0,879	0,088	10,800	3,389	2,788	0,084	Maximum
DOT (SB)	10%	0,738	0,074	0,879	0,088	10,800	-3,389	2,788	0,084	Maximum
FWT (PS)	10%	3,407	0,341	3,407	0,341	2,902	-3,225	2,140	0,182	Maximum
FWT (SB)	10%	3,407	0,341	3,407	0,341	2,902	3,225	2,140	0,182	Maximum
Total Loadcase			274,915	144,939	12,618	23,541	0,000	3,736	72,987	
FS correction								0,265		
VCG fluid								4,002		



Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0
GZ m	-0,255	-0,260	-0,185	0,000	0,185	0,260	0,255
Area under GZ curve from zero heel m.deg	5,9100	3,3002	0,9820	0,0000	0,9823	3,2981	5,9160
Displacement t	274,9	274,9	274,9	274,9	274,9	274,9	274,9
Draft at FP m	1,443	1,558	1,600	1,598	1,600	1,558	1,443

Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0
Draft at AP m	1,285	1,657	1,893	1,987	1,893	1,657	1,285
WL Length m	49,974	50,036	50,026	49,931	50,027	50,036	49,974
Beam max extents on WL m	6,274	6,481	6,896	7,106	6,896	6,481	6,274
Wetted Area m ²	316,861	321,268	331,638	342,562	331,636	321,267	316,840
Waterpl. Area m ²	260,574	267,783	283,840	298,284	283,837	267,782	260,561
Prismatic coeff. (Cp)	0,712	0,708	0,684	0,672	0,684	0,708	0,712
Block coeff. (Cb)	0,532	0,538	0,444	0,412	0,444	0,538	0,532
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	23,549	23,535	23,523	23,518	23,525	23,536	23,549
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	22,886	22,388	21,798	21,163	21,799	22,388	22,886
Max deck inclination deg	30,0004	20,0003	10,0056	0,4524	10,0056	20,0003	30,0004
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,1836	0,1145	0,3410	0,4524	0,3404	0,1142	-0,1837

Heel to Starboard deg	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
GZ m	0,220	0,198	0,216	0,218	0,186	0,047
Area under GZ curve from zero heel m.deg	8,2940	10,3513	12,4122	14,6004	16,6855	17,9119
Displacement t	274,9	274,9	274,9	274,9	274,9	274,9
Draft at FP m	1,221	0,830	0,044	-1,957	-8,390	n/a
Draft at AP m	0,735	-0,110	-1,482	-4,134	-11,950	n/a
WL Length m	49,824	49,538	48,012	48,574	48,786	48,872
Beam max extents on WL m	6,274	6,532	6,933	7,299	6,686	6,314
Wetted Area m ²	317,138	325,448	329,813	350,803	349,699	312,972
Waterpl. Area m ²	261,220	269,993	267,401	261,579	241,885	227,443
Prismatic coeff. (Cp)	0,702	0,690	0,694	0,672	0,662	0,659
Block coeff. (Cb)	0,487	0,443	0,422	0,415	0,494	0,476
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	23,561	23,579	23,589	23,583	23,579	23,570
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	23,315	23,655	24,271	24,302	24,086	23,947
Max deck inclination deg	40,0019	50,0036	60,0040	70,0024	80,0008	90,0000
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,5651	-1,0929	-1,7734	-2,5294	-4,1321	-90,0000

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = -1,779 m)		49,2	n/a
Deck Edge (immersion pos = 15 m)		51	n/a

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	5,9160	Pass	+87,73
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	8,2940	Pass	+60,84
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	2,3780	Pass	+38,34
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	0,255	Pass	+27,50
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	1,243	Pass	+728,67
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium	10,0	deg	2,1	Pass	+79,10
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3 Angle of max. GZ	20,0	deg	23,6	Pass	+18,18

Equilibrium Calculation - TA Kapal Patroli Alumunium

Loadcase - No Payload 10% Consumable

Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Draft Amidships m	1,792
Displacement t	274,9
Heel deg	0,0
Draft at FP m	1,598
Draft at AP m	1,987
Draft at LCF m	1,820
Trim (+ve by stern) m	0,389
WL Length m	49,931
Beam max extents on WL m	7,106
Wetted Area m ²	342,563
Waterpl. Area m ²	298,284
Prismatic coeff. (Cp)	0,672
Block coeff. (Cb)	0,412
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,614
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,841
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	23,518
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	21,163
KB m	1,203
KG fluid m	4,002
BMt m	4,042
BML m	177,009
GMt corrected m	1,243
GML m	174,210
KMt m	5,244
KML m	178,206
Immersion (TPc) tonne/cm	3,057
MTc tonne.m	9,719
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	5,962
Max deck inclination deg	0,4524
Trim angle (+ve by stern) deg	0,4524

Key point	Type	Freeboard m
Margin Line (freeboard pos = -1,779 m)		2,773
Deck Edge (freeboard pos = -1,779 m)		2,849

Stability Calculation - TA Kapal Patroli Alumunium

Loadcase - Lightship Wo Payload

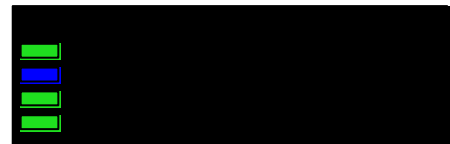
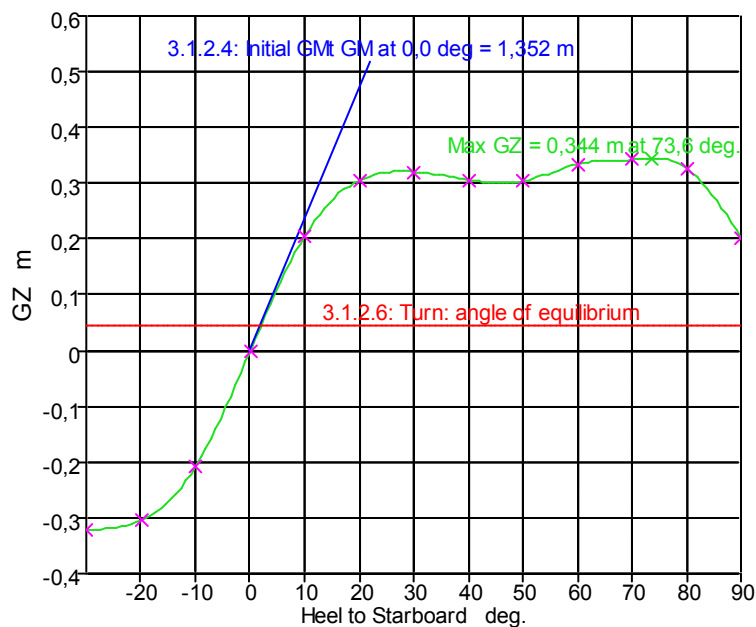
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	166,930	166,930			25,260	0,000	3,180	0,000	User Specified
Equipment & Outfitting	1	67,320	67,320			23,500	0,000	6,190	0,000	User Specified
Machinery	1	26,060	26,060			14,400	0,000	2,230	0,000	User Specified
Crew	0	0,075	0,000			22,800	0,000	5,900	0,000	User Specified
Weaponary	0	40,000	0,000			29,081	0,000	5,550	0,000	User Specified
WBT	0%	27,210	0,000	26,547	0,000	35,872	0,000	0,000	0,000	Maximum
FOT 1 (PS)	0%	18,611	0,000	19,709	0,000	28,150	0,000	0,000	0,000	Maximum
FOT 1 (SB)	0%	18,611	0,000	19,709	0,000	28,150	0,000	0,000	0,000	Maximum
FOT 2 (PS)	0%	16,980	0,000	17,982	0,000	21,997	0,000	0,000	0,000	Maximum
FOT 2 (SB)	0%	16,980	0,000	17,982	0,000	21,997	0,000	0,000	0,000	Maximum
FOT 3 (PS)	0%	15,341	0,000	16,246	0,000	17,863	0,000	0,011	0,000	Maximum
FOT 3 (SB)	0%	15,341	0,000	16,246	0,000	17,863	0,000	0,011	0,000	Maximum
Sewage	0%	1,778	0,000	1,948	0,000	11,393	0,000	0,242	0,000	Maximum
DOT (PS)	0%	0,738	0,000	0,879	0,000	10,800	3,386	2,750	0,000	Maximum
DOT (SB)	0%	0,738	0,000	0,879	0,000	10,800	-3,386	2,750	0,000	Maximum
FWT (PS)	0%	3,407	0,000	3,407	0,000	4,183	-3,000	1,846	0,000	Maximum
FWT (SB)	0%	3,407	0,000	3,407	0,000	4,183	3,000	1,846	0,000	Maximum
Total Loadcase			260,310	144,939	0,000	23,718	0,000	3,863	0,000	
FS correction								0,000		
VCG fluid								3,863		



Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0
GZ m	-0,320	-0,305	-0,207	0,000	0,207	0,305	0,321
Area under GZ curve from zero heel m.deg	6,9099	3,7455	1,0919	0,0000	1,0922	3,7433	6,9162
Displacement t	260,3	260,3	260,3	260,3	260,3	260,3	260,3
Draft at FP m	1,407	1,521	1,562	1,557	1,562	1,521	1,406

Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0
Draft at AP m	1,198	1,583	1,830	1,933	1,830	1,583	1,198
WL Length m	49,934	49,996	49,986	49,879	49,986	49,997	49,933
Beam max extents on WL m	6,208	6,398	6,816	7,039	6,816	6,398	6,207
Wetted Area m ²	309,053	313,306	323,490	333,731	323,487	313,305	309,038
Waterpl. Area m ²	255,711	262,635	278,257	291,787	278,253	262,634	255,703
Prismatic coeff. (Cp)	0,703	0,704	0,680	0,666	0,680	0,704	0,703
Block coeff. (Cb)	0,525	0,536	0,439	0,405	0,439	0,536	0,525
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	23,731	23,714	23,702	23,695	23,703	23,715	23,728
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	22,984	22,494	21,915	21,345	21,916	22,495	22,982
Max deck inclination deg	30,0007	20,0001	10,0047	0,4367	10,0047	20,0001	30,0007
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,2428	0,0714	0,3125	0,4367	0,3119	0,0711	-0,2415

Heel to Starboard deg	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
GZ m	0,306	0,304	0,334	0,342	0,327	0,201
Area under GZ curve from zero heel m.deg	10,0559	13,0739	16,2615	19,6580	23,0669	25,7778
Displacement t	260,3	260,3	260,3	260,3	260,3	260,3
Draft at FP m	1,182	0,789	0,002	-2,011	-8,512	n/a
Draft at AP m	0,633	-0,230	-1,652	-4,397	-12,499	n/a
WL Length m	49,775	49,484	47,934	48,512	48,718	48,796
Beam max extents on WL m	6,218	6,474	6,831	7,278	6,664	6,288
Wetted Area m ²	309,523	315,083	320,754	341,266	344,469	306,481
Waterpl. Area m ²	256,737	265,068	262,685	257,809	240,280	226,114
Prismatic coeff. (Cp)	0,691	0,678	0,682	0,661	0,650	0,648
Block coeff. (Cb)	0,478	0,434	0,415	0,404	0,469	0,463
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	23,739	23,758	23,771	23,764	23,761	23,753
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	23,403	23,759	24,180	24,288	24,071	23,975
Max deck inclination deg	40,0025	50,0042	60,0047	70,0029	80,0010	90,0000
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,6380	-1,1836	-1,9232	-2,7720	-4,6257	-90,0000

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = -1,779 m)		51	n/a
Deck Edge (immersion pos = 15 m)		52,3	n/a

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	6,9162	Pass	+119,47
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	10,0559	Pass	+95,01
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	3,1397	Pass	+82,66
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	0,344	Pass	+72,00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	1,352	Pass	+801,33
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium	10,0	deg	2,0	Pass	+80,08
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3 Angle of max. GZ	20,0	deg	73,6	Pass	+268,18

Equilibrium Calculation - TA Kapal Patroli Alumunium

Loadcase - Lightship Wo Payload

Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Draft Amidships m	1,745
Displacement t	260,3
Heel deg	0,0
Draft at FP m	1,558
Draft at AP m	1,932
Draft at LCF m	1,770
Trim (+ve by stern) m	0,374
WL Length m	49,879
Beam max extents on WL m	7,039
Wetted Area m ²	333,706
Waterpl. Area m ²	291,758
Prismatic coeff. (Cp)	0,666
Block coeff. (Cb)	0,405
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,609
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,831
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	23,700
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	21,349
KB m	1,169
KG fluid m	3,863
BMt m	4,045
BML m	179,393
GMt corrected m	1,351
GML m	176,699
KMt m	5,214
KML m	180,557
Immersion (TPc) tonne/cm	2,991
MTc tonne.m	9,334
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	6,138
Max deck inclination deg	0,4352
Trim angle (+ve by stern) deg	0,4352

Key point	Type	Freeboard m
Margin Line (freeboard pos = -1,779 m)		2,828
Deck Edge (freeboard pos = -1,779 m)		2,904

BIAYA PEMBANGUNAN

No.	URAIAN	Satuan		Harga Satuan	Harga
A	<u>LAMBUNG</u>				
1	Pelat & Profil	166	Ton	Rp 60.000.000	Rp 9.960.000.000
2	Electrode	16,6	Ton	Rp 100.000.000	Rp 1.660.000.000
B	<u>PERLENGKAPAN LAMBUNG</u>				
1	Jangkar	2	Unit	Rp 99.000.000	Rp 198.000.000
2	Rantai Jangkar	2	Set	Rp 80.000.000	Rp 160.000.000
3	Mesin Jangkar (Windlass)	2	Unit	Rp 400.000.000	Rp 800.000.000
4	Bollard	8	Unit	Rp 30.000.000	Rp 240.000.000
5	Hydraulic Steering Gear	2	Set	Rp 276.000.000	Rp 552.000.000
6	Tongkat Kemudi	2	Set	Rp 60.000.000	Rp 120.000.000
7	Daun Kemudi	2	Unit	Rp 80.000.000	Rp 160.000.000
8	Fender	1	Set	Rp 55.000.000	Rp 55.000.000
9	Dampra	8	Unit	Rp 15.000.000	Rp 120.000.000
10	Accomodation ladder	2	Unit	Rp 75.000.000	Rp 150.000.000
11	Monkey ladder	2	Unit	Rp 5.000.000	Rp 10.000.000
12	Railing	1	Set	Rp 45.000.000	Rp 45.000.000
13	Main Mast/Tiang Utama	1	Unit	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
14	Crane	1	Unit	Rp 700.000.000	Rp 700.000.000
15	RIB	1	Unit	Rp 1.200.000.000	Rp 1.200.000.000
C	<u>SISTEM PERMESINAN</u>				
1	Main Engine 2750 HP	2	Unit	Rp 10.000.000.000	Rp 20.000.000.000
2	Gear Box	2	unit	Rp 400.000.000	Rp 800.000.000
3	Shaft Propeller	2	Unit	Rp 300.000.000	Rp 600.000.000

BIAYA PEMBANGUNAN

4	Propeller	2	Unit	Rp 170.000.000	Rp 340.000.000
D	<u>SISTEM KELISTRIKAN</u>				
1	Genset Utama	2	Unit	Rp 780.000.000	Rp 1.560.000.000
2	Genset Pelabuhan	1	Unit	Rp 560.000.000	Rp 560.000.000
3	Genset Darurat	1	Unit	Rp 150.000.000	Rp 150.000.000
4	MSB	1	Unit	Rp 125.000.000	Rp 125.000.000
5	ESB	1	Unit	Rp 50.000.000	Rp 50.000.000
6	Marine Cable	1	Set	Rp 600.000.000	Rp 600.000.000
E	<u>SISTEM PIPA DAN TANGKI</u>				
1	Seachest	2	Unit	Rp 30.000.000	Rp 60.000.000
2	Pipa Air Laut	1	Set	Rp 100.000.000	Rp 100.000.000
3	Valve Air laut	5	Unit	Rp 25.000.000	Rp 125.000.000
4	Pompa Air Laut	2	Unit	Rp 30.000.000	Rp 60.000.000
5	Saringan/Strainer Air Laut	2	Unit	Rp 15.000.000	Rp 30.000.000
6	Tangki Air Tawar	1	Unit	Rp 50.000.000	Rp 50.000.000
7	Pipa Air Tawar	1	Set	Rp 100.000.000	Rp 100.000.000
8	Valve Air Tawar	5	Unit	Rp 25.000.000	Rp 125.000.000
9	Pompa Air Tawar	2	Unit	Rp 30.000.000	Rp 60.000.000
10	tangki Air Kotor	1	Unit	Rp 50.000.000	Rp 50.000.000
11	Pipa Air Kotor	1	Set	Rp 100.000.000	Rp 100.000.000
12	Valve Air Kotor	5	Unit	Rp 25.000.000	Rp 125.000.000
13	Pompa Air Kotor	1	Unit	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000
14	Tangki Bahan Bakar	1	Unit	Rp 50.000.000	Rp 50.000.000
15	Pipa Bahan Bakar	1	Set	Rp 100.000.000	Rp 100.000.000

BIAYA PEMBANGUNAN

16	Valve bahan Bakar	5	Unit	Rp 25.000.000	Rp 125.000.000
17	Pompa bahan Bakar	1	Unit	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000
18	Tangki Ballast dan Bilga	1	Unit	Rp 50.000.000	Rp 50.000.000
19	Pipa Ballast/Bilga	1	Set	Rp 100.000.000	Rp 100.000.000
20	Valve Ballast/Bilga	5	Unit	Rp 25.000.000	Rp 125.000.000
21	Pompa Ballast/Bilga	1	Unit	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000
F	<u>AKSES DAN VENTILASI</u>				
1	Pintu Kedap Air	15	Unit	Rp 6.000.000	Rp 90.000.000
2	Pintu Kedap Cuaca	25	Unit	Rp 3.000.000	Rp 75.000.000
3	Jendela Bulat/Side Schuttle	30	Unit	Rp 1.500.000	Rp 45.000.000
4	Jendela Akomodasi	8	Unit	Rp 800.000	Rp 6.400.000
5	Jendela Navigasi	3	Unit	Rp 1.000.000	Rp 3.000.000
6	Palka	7	Unit	Rp 5.000.000	Rp 35.000.000
7	Blower	8	Unit	Rp 15.000.000	Rp 120.000.000
8	Clear View Screen/Wiper	3	Unit	Rp 4.000.000	Rp 12.000.000
G	<u>AKOMODASI</u>				
1	Lining Dinding	1	Set	Rp 450.000.000	Rp 450.000.000
2	Ceiling Atap	1	Set	Rp 240.000.000	Rp 240.000.000
3	Deck Covering	1	Set	Rp 140.000.000	Rp 140.000.000
4	Meja Navigasi	1	Unit	Rp 500.000	Rp 500.000
5	Kursi Navigasi	3	Unit	Rp 7.000.000	Rp 21.000.000
6	meja peta	1	Unit	Rp 2.000.000	Rp 2.000.000
7	Lemari	20	Unit	Rp 2.000.000	Rp 40.000.000
8	Sofa	4	Unit	Rp 5.000.000	Rp 20.000.000

BIAYA PEMBANGUNAN

9	Air Conditioner	30	Unit	Rp 3.000.000	Rp 90.000.000
10	Meja Kerja	24	Unit	Rp 1.000.000	Rp 24.000.000
11	Kursi kerja	24	Unit	Rp 500.000	Rp 12.000.000
12	Kasur Big Size	2	Unit	Rp 3.000.000	Rp 6.000.000
13	kasur Biasa	7	Unit	Rp 2.000.000	Rp 14.000.000
14	Kasur Susun 2 Tingkat	20	Unit	Rp 2.000.000	Rp 40.000.000
15	TV	9	Unit	Rp 5.000.000	Rp 45.000.000
16	Meja Rapat	4	Unit	Rp 4.000.000	Rp 16.000.000
17	Kulkas	4	Unit	Rp 3.000.000	Rp 12.000.000
18	Freezer	2	Unit	Rp 4.000.000	Rp 8.000.000
19	Kompor	2	Unit	Rp 500.000	Rp 1.000.000
20	Meja Masak	1	Unit	Rp 1.000.000	Rp 1.000.000
21	WC Jongkok	12	Unit	Rp 1.000.000	Rp 12.000.000
22	Wastafel	12	Unit	Rp 500.000	Rp 6.000.000
23	Shower	12	Unit	Rp 200.000	Rp 2.400.000
24	Bak Mandi	12	Unit	Rp 500.000	Rp 6.000.000
H	<u>PAINTING/PENGECATAN</u>				
1	Blasting	1	Set	Rp 300.000.000	Rp 300.000.000
2	Cat Primer	1	Set	Rp 300.000.000	Rp 300.000.000
3	Cat Anti Karat	1	Set	Rp 300.000.000	Rp 300.000.000
4	Cat Anti Fouling	1	Set	Rp 300.000.000	Rp 300.000.000
5	Cat Finishing	1	Set	Rp 300.000.000	Rp 300.000.000
6	Zinc Anode	54	Unit	Rp 1.500.000	Rp 81.000.000
7	Galvanizing	1	Set	Rp 120.000.000	Rp 120.000.000

BIAYA PEMBANGUNAN

I	<u>NAVIGASI, KOMUNIKASI, SAFETY</u>				
	# Peralatan Navigasi				
1	Peta Laut	1	Unit	Rp 3.000.000	Rp 3.000.000
2	Bendera	1	Set	Rp 3.000.000	Rp 3.000.000
3	Teropong	1	Unit	Rp 4.000.000	Rp 4.000.000
4	Bola Tanda Berlabuh	1	Set	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
5	Chrometer	1	Unit	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
6	Clinometer	1	Unit	Rp 6.000.000	Rp 6.000.000
7	Barometer	1	Unit	Rp 6.000.000	Rp 6.000.000
8	Anemometer	1	Unit	Rp 6.000.000	Rp 6.000.000
9	Marine radar	1	Unit	Rp 34.000.000	Rp 34.000.000
10	Kompas	1	Unit	Rp 45.000.000	Rp 45.000.000
11	GPS	1	Unit	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
12	Horn	1	Unit	Rp 5.000.000	Rp 5.000.000
13	Echo Sounder	1	Unit	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
14	Lampu Navigasi	1	Set	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
15	Steering Wheel	1	Unit	Rp 5.000.000	Rp 5.000.000
I-2	# Peralatan Komunikasi				
1	Public Addresor	1	Unit	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
2	Interphone	6	Unit	Rp 3.000.000	Rp 18.000.000
3	Electric Telegraph	2	Unit	Rp 25.000.000	Rp 50.000.000
4	Alarm	1	Unit	Rp 8.000.000	Rp 8.000.000
5	Speaker Aktif	15	Unit	Rp 2.000.000	Rp 30.000.000
6	VHF Radio Telephone	1	Unit	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000

BIAYA PEMBANGUNAN

7	Radio Telegraph & MF/HF Radio Telephone	1	Unit	Rp 100.000.000	Rp 100.000.000
8	DSC Watch Receiver	1	Unit	Rp 100.000.000	Rp 100.000.000
9	VHF Antenna	1	Unit	Rp 4.000.000	Rp 4.000.000
10	SSB Antenna	1	Unit	Rp 4.000.000	Rp 4.000.000
11	Two Way Radio Communication	1	Unit	Rp 8.000.000	Rp 8.000.000
12	NAVTEX Receiver + Antenna	1	Unit	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
13	Handy Talkie	10	Unit	Rp 10.000.000	Rp 100.000.000
I-3					Rp -
	# Peralatan & Perlengkapan Keselamatan				Rp -
					Rp
1	Tangga Tali Darurat	1	Unit	Rp 4.000.000	Rp 4.000.000
2	Inflatable Life Raft	4	Unit	Rp 200.000.000	Rp 800.000.000
3	Dudukan Rakit Penyelamat/Dewi-Dewi	4	Unit	Rp 4.000.000	Rp 16.000.000
4	Life Jacket	50	Unit	Rp 10.000.000	Rp 500.000.000
5	Life Buoy	6	Unit	Rp 5.000.000	Rp 30.000.000
6	Pelempar Tali	2	Unit	Rp 3.000.000	Rp 6.000.000
7	Hand Held VHF Radio	4	Unit	Rp 4.000.000	Rp 16.000.000
8	SART	1	Unit	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
9	EPIRB	1	Unit	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
10	Red Hand Flare	4	Unit	Rp 40.000.000	Rp 160.000.000
11	Sinyal Parasut	4	Unit	Rp 7.000.000	Rp 28.000.000
12	Sinyal Asap Otomatis	4	Unit	Rp 4.000.000	Rp 16.000.000
13	Perlengkapan Kesehatan & P3K	1	Set	Rp 3.000.000	Rp 3.000.000
Biaya Produksi 1 Unit Kapal Patroli					Rp 48.119.300.000

PERHITUNGAN BIAYA OPERASIONAL

Perhitungan Trip Kapal Patroli			
rute pelayaran kapal patroli	1700	NM	2980,5
kecepatan	15	knot	29,632
waktu tempuh			100,584
waktu/hari			4,191

operasi			
1 Minggu	=	1	Trip
1 Bulan	=	4	Trip

**Anggaran Departemen
Pertahanan TH 2017** = 108.000.000.000.000

Biaya operasional pertahun kapal aluminium			
1. Belanja pegawai	=	1.783.437.000	
2. Tunjangan Operasi	=	320.080.000	
3. Kebutuhan Energi	=	20.320.856.800	
Total	=	22.424.373.800	
Biaya Pemeliharaan Kapal aluminium			
1. Biaya Har Organik /th	=	96.000.000	
2. Biaya Har Menengah /th	=	1.512.560.000	
3. Biaya Har Depo/paket	=	5.694.630.000	
Total	=	7.303.190.000	

Bahan Bakar Diesel	Jumlah	Satuan	Harga
Asumsi operasinal diesel	= 1	trip	-
Kebutuhan Fuel Oil	= 606.208	Liter/trip	6.125
Kebutuhan Marine Diesel Oil	= 108.043	Liter/trip	6.500
Kebutuhan Lubricating Oil	= 13.052	Liter/trip	27.000
Total Jumlah Harga =			

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 31 Tahun 2015

Gaji pokok Kru	Jumlah	satuan	gaji
Komandan	= 1	orang	5.646.000
Perwira KKM	= 1	orang	5.474.900
Perwira Palaksa	= 1	orang	5.474.901
Perwira	= 6	orang	4.992.000
Bintara	= 17	orang	3.839.000
Tamtama	= 20	orang	2.819.000
Total Jumlah Gaji =			28.245.801

BIODATA PENULIS



Moch. Choirul Huda, itulah nama lengkap penulis. Dilahirkan di Kediri pada 21 Juni 1990 silam, Penulis merupakan anak pertama dalam keluarga. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TK Rahmat, kemudian melanjutkan ke SDN Kolursari I, SMPN 1 Bangil dan SMAN 1 Bangil. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik

Perkapalan FTK ITS pada tahun 2009 melalui jalur PMDK reguler.

Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal. Selama masa studi di ITS, selain kuliah Penulis juga pernah menjadi *staff* Departemen RISTEK BEM FTK ITS 2010/2011 serta *staff* Departemen Riset dan Teknologi Himatekpal 2011/2012. Selan itu, Penulis juga pernah menjadi peserta PKM Tingkat ITS.

Email: choirul4146@gmail.com